

Aus der Kinderklinik und Poliklinik
im Dr. von Haunerschen Kinderspital
der Ludwig-Maximilians-Universität München
Direktor: Prof. Dr. Dr. Christoph Klein

Instrumente der klinischen Untersuchung – Der Weg zu kindergerechten Instrumenten

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorgelegt von Guido Mandilaras
aus Schweinfurt

Jahr 2015

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Florian Heinen

Mitberichterstatter: Priv. Doz. Dr. Steffen Berweck

Mitbetreuung durch den

promovierten Mitarbeiter: Dr. med. A. Sebastian Schröder

Dekan: Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel

Tag der mündlichen Prüfung: 28.01.2016

Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG	1
1.1 VORWORT	1
1.1.1 ZIELE	3
1.1.2 METHODEN	4
1.3 DIE KLINISCHE UNTERSUCHUNG	5
1.4 HISTORISCHE MEILENSTEINE IN DER TECHNISCHEN MEDIZIN	7
1.5 75 JAHRE FASSBENDER – EIN HISTORISCHER RÜCKBLICK	10
1.5.1 DIE GRÜNDUNG	10
1.5.2 DER KRIEG UND DIE RÜCKKEHR NACH BONN	11
1.5.3 BONN, WIEDERERÖFFNUNG UND BONNAMED	11
1.6 „KINDERFREUNDLICHE“ INSTRUMENTE	13
2 STETHOSKOP	15
2.1 HISTORIE	15
2.2 PHYSIKALISCHE PRINZIPIEN	22
2.2.1 SCHWINGUNGEN UND WELLEN	22
2.2.2 SCHALLWELLEN	22
2.3 AUFBAU UND FUNKTION	23
2.3.1 BRUSTSTÜCK	23
2.3.2 SCHLAUCHSYSTEM	25
2.3.3 BÜGEL	25
2.4 AUSWAHL STETHOSKOPE	25
2.4.1 VARIODUPLEX	25
2.4.2 KINDERSTETHOSKOP	27
2.4.3 PLANET	28
2.4.4 KINDERPLANET	29
2.4.5 KOMET	30
2.4.6 ORBITCHEN & ORBIT	31
2.4.7 TRABANT	32
2.4.8 MONOLIT	33
2.4.9 TRISAT	33
3 REFLEXHAMMER	34
3.1 HISTORIE	34
3.2 PHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN	39
3.2.1 IMPULS	39
3.2.2 STOßPROZESSE	39
3.2.3 ELASTISCHER STOß (IDEALELASTISCHER STOß)	39
3.2.4 PLASTISCHER (INELASTISCHER) STOß	40
3.3 AUFBAU UND FUNKTION	40
3.3.1 SCHLAGKOPF	40
3.3.2 HAMMERSTIEL	40
3.3.3 HAMMERGRIFF	40
3.4 AUSWAHL REFLEXHÄMMER	41
3.4.1 VARIOFLEX	41
3.4.2 MINIFLEX	42
3.4.4 ZENIT	44

3.4.5 KINDERHAMMER	45
3.4.6 KINDERSATURN	46
3.4.7 ZENITCHEN	47
3.4.8 METEOR	48
3.4.9 METEORIT	49
3.4.10 POLARIT	49
3.4.11 POLARITCHEN	50
3.4.12 SATURNRING	51
4 STIMMGABEL	52
4.1 HISTORIE	52
4.2 AUFBAU UND FUNKTION	53
4.2.1 NEUROLOGISCHE DIAGNOSTIK	53
4.2.2 FUNKTIONSPRÜFUNGEN DES GEHÖRS/ VERSUCH NACH RINNE UND NACH WEBER	54
5 UNIVERSALSCHMERZPRÜFER	56
5.1 HISTORIE	56
5.2 RADIUS	56
5.3 SENSORIT	57
6 NYSTAGMUSTROMMEL UND RETINASCHEIBE	58
6.1 NYSTAGMUSTROMMEL	58
6.2 RETINASCHEIBE	59
7 BLUTDRUCKMESSGERÄTE	60
7.1 HISTORIE	60
7.2 PHYSIKALISCHE PRINZIPIEN	66
7.2.1 (HYDROSTATISCHER) DRUCK	66
7.2.2 TURBULENTE STRÖMUNGEN (GESETZ VON HAGEN-POISEUILLE)	67
7.3 AUFBAU UND FUNKTION	67
7.3.1 GERÄTE	67
7.3.2 MANSCHETTE	68
8 OTOSKOP	70
8.1 HISTORIE	70
8.2 FUNKTION UND AUFGABE	71
8.3 KINDERSCOPE	72
8.3 STELLA	73
9 OPHTHALMOSKOP	74
9.1 HISTORIE	74
9.2 PHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN	75
9.2.1 GEOMETRISCHE OPTIK	75
9.2.2 PRISMA	76
9.3.3 FARBFILTER	77
9.4 FUNKTION UND AUFGABE	77
9.4.1 INDIREKTE SPIEGELUNG	77
9.4.2 DIREKTE SPIEGELUNG	77
10 SONSTIGE INSTRUMENTE	79
10.1 VARIOFIX	79

10.2 VARIODUCT	80
<u>11 AUSSTELLUNG</u>	<u>81</u>
11.1 KONZEPTION	82
11.1.1 GRUNDLAGENERMITTLUNG	83
11.1.2 POSITIONIERUNG	83
11.2 ENTWURF / DESIGN	83
11.2.1 SKIZZEN UND ZEICHNUNGEN	84
11.2.2 MODELLE UND SIMULATIONEN	86
11.3 PLANUNG	87
11.3.1 GRUNDRISSE	87
11.3.2 LICHT	89
11.3.3 NEUE MEDIEN	89
11.3.4 LENKUNG DES BESUCHERSTROMS	90
11.3.5 FARBE	90
11.3.6 INSTALLATION DER OBJEKTE UND KONSERVATORISCHE BEDINGUNGEN	90
11.3.7 TYPOGRAPHIE UND GRAFIK	92
11.3.8 MARKETING	94
<u>12 EPILOG</u>	<u>96</u>
<u>13 LITERATURVERZEICHNIS</u>	<u>98</u>
<u>14 ABBILDUNGSVERZEICHNIS</u>	<u>101</u>
<u>15 TABELLENVERZEICHNIS</u>	<u>103</u>
<u>16. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</u>	<u>104</u>
<u>17 DANKSAGUNG</u>	<u>106</u>
<u>18 LEBENSLAUF</u>	<u>107</u>

1 Einleitung

1.1 Vorwort

„Ὅμνυμι Ἀπόλλωνα ἰητρὸν, καὶ Ἀσκληπιὸν, καὶ Ὑγίαν, καὶ Πανάκειαν, καὶ θεοὺς πάντας τε καὶ
πάσας, ἵστορας ποιεύμενος, ἐπιτελέα ποιήσῃν κατὰ δύναμιν καὶ κρίσιν ἐμὴν ὄρκον τόνδε καὶ
ξυγγραφὴν τήνδε.

„Ich schwöre und rufe Apollon, den Arzt, und Asklepios und Hygieia und Panakeia und alle Götter und Göttinnen
zu Zeugen an, dass ich diesen Eid und diesen Vertrag nach meiner Fähigkeit und nach meiner Einsicht erfüllen
werde.

Ἦγήσασθαι μὲν τὸν διδάξαντά με τὴν τέχνην ταύτην ἴσα γενέτησιν ἐμοῖσι, καὶ βίου κοινώσασθαι, καὶ
χρεῶν χρηρίζοντι μετάδοσιν ποιήσασθαι, καὶ γένος τὸ ἐξ οὐτέου ἀδελφοῖς ἴσον ἐπικρινέειν ἄρρεσι, καὶ
διδάξῃν τὴν τέχνην ταύτην, ἣν χρηρίζωσι μανθάνειν, ἄνευ μισθοῦ καὶ ξυγγραφῆς, παραγγελίης τε καὶ
ἀκροήσιος καὶ τῆς λοιπῆς ἀπάσης μαθήσιος μετάδοσιν ποιήσασθαι υἱοῖσί τε ἐμοῖσι, καὶ τοῖσι τοῦ ἐμὲ
διδάξαντος, καὶ μαθηταῖσι συγγεγραμμένοις τε καὶ ὠρκισμένοις νόμῳ ἱητρικῷ, ἄλλω δὲ οὐδενί.

Ich werde den, der mich diese Kunst gelehrt hat, gleich meinen Eltern achten, ihn an meinem Unterricht
teilnehmen lassen, ihm, wenn er in Not gerät, von dem Meinigen abgeben, seine Nachkommen gleich meinen
Brüdern halten und sie diese Kunst lehren, wenn sie sie zu lernen verlangen, ohne Entgelt und Vertrag. Und ich
werde an Vorschriften, Vorlesungen und aller übrigen Unterweisung meine Söhne und die meines Lehrers und die
vertraglich verpflichteten und nach der ärztlichen Sitte vereidigten Schüler teilnehmen lassen, sonst aber
niemanden.

Διαιτήμασί τε χρήσομαι ἐπ' ὠφελείῃ καμνόντων κατὰ δύναμιν καὶ κρίσιν ἐμὴν, ἐπὶ δηλήσει δὲ καὶ
ἀδικίῃ εἴρξῃν.

Ich werde ärztliche Verordnungen treffen zum Nutzen der Kranken nach meiner Fähigkeit und meinem Urteil,
hüten aber werde ich mich davor, sie zum Schaden und in unrechter Weise anzuwenden.

Οὐ δώσω δὲ οὐδὲ φάρμακον οὐδενὶ αἰτηθεὶς θανάσιμον, οὐδὲ ὑφηγήσομαι ξυμβουλίην τοιήνδε.
Ὅμοίως δὲ οὐδὲ γυναικὶ πεσσὸν φθόριον δώσω. Ἀγνῶς δὲ καὶ ὁσίως διατηρήσω βίον τὸν ἐμὸν καὶ
τέχνην τὴν ἐμήν.

Einleitung

Auch werde ich niemandem ein tödliches Gift geben, auch nicht, wenn ich darum gebeten werde, und ich werde auch niemanden dabei beraten; auch werde ich keiner Frau ein Abtreibungsmittel geben. Rein und fromm werde ich mein Leben und meine Kunst bewahren.

Οὐ τεμέω δὲ οὐδὲ μὴν λιθιῶντας, ἐκχωρήσω δὲ ἐργάτησιν ἀνδράσι πρῆξις τῆσδε.

Ich werde nicht schneiden, sogar Steinleidende nicht, sondern werde das den Männern überlassen, die dieses Handwerk ausüben.

Ἐς οἰκίας δὲ ὁκόσας ἂν ἐσίω, ἐσελεύσομαι ἐπ' ὠφελείῃ καμνόντων, ἐκτὸς ἐὼν πάσης ἀδικίης ἐκουσίης καὶ φθορίης, τῆς τε ἄλλης καὶ ἀφροδισίων ἔργων ἐπὶ τε γυναικείων σωμάτων καὶ ἀνδρῶν, ἐλευθέρων τε καὶ δούλων.

In alle Häuser, in die ich komme, werde ich zum Nutzen der Kranken hineingehen, frei von jedem bewussten Unrecht und jeder Übeltat, besonders von jedem geschlechtlichen Missbrauch an Frauen und Männern, Freien und Sklaven.

Ἄ δ' ἂν ἐν θεραπείῃ ἢ ἴδω, ἢ ἀκούσω, ἢ καὶ ἄνευ θεραπείης κατὰ βίον ἀνθρώπων, ἃ μὴ χρή ποτε ἐκλαλέεσθαι ἔξω, σιγήσομαι, ἄρρητα ἡγεύμενος εἶναι τὰ τοιαῦτα.

Was ich bei der Behandlung oder auch außerhalb meiner Praxis im Umgange mit Menschen sehe und höre, das man nicht weiterreden darf, werde ich verschweigen und als Geheimnis bewahren.

Ὅρκον μὲν οὖν μοι τόνδε ἐπιτελέα ποιέοντι, καὶ μὴ ξυγγέοντι, εἴη ἐπαύρασθαι καὶ βίου καὶ τέχνης δοξαζομένῳ παρὰ πᾶσιν ἀνθρώποις ἐς τὸν αἰεὶ χρόνον. Παραβαίνοντι δὲ καὶ ἐπιорκοῦντι, τὰναντία τουτέων.“

Wenn ich diesen Eid erfülle und nicht breche, so sei mir beschieden, in meinem Leben und in meiner Kunst voranzukommen indem ich Ansehen bei allen Menschen für alle Zeit gewinne; wenn ich ihn aber übertrete und breche, so geschehe mir das Gegenteil.“

Eid des Hippokrates, ca. 4. Jhd. v.Chr.

Durch antike Skripten und Dokumente gibt es Hinweise, dass schon Jahrtausende vor der Entwicklung der heutigen westlichen Medizin Menschen zu kompetenten Diagnostikern und Heilpraktikern (im ursprünglichen Sinn des Wortes) ausgebildet wurden. Neugier und Beobachtungen über die Natur des menschlichen Körpers und über die Störung der Balance

zwischen Harmonie – Gesundheit und Krankheit regten die Menschen dazu an, den Körper zu erforschen und die Kunst der Heilpraktik zu entwickeln. Dabei spielten nicht nur neue Erfindungen eine große Rolle, sondern auch, wie beispielsweise im Eid des Hippokrates verdeutlicht wird, die ärztliche Ethik.

Diese Arbeit zielt auf die historische Recherche der Entwicklung und Herstellung von Instrumenten, die der klinischen Untersuchung dienen. Instrumente und Geräte hatten schon immer eine große Bedeutung in der ärztlichen Kunst und Fertigkeit. Im fernen Osten war die Akupunkturnadel schon 2500 v. Chr. bekannt. Hippokrates (460-370 v.Chr.), bedeutender Arzt seiner Zeit und Vater der abendländischen wissenschaftlichen Medizin, benutzte ein Proktoskop zur Darmspiegelung und beschrieb in seinen Werken eine große Zahl von Instrumenten und Vorrichtungen, die der Heilpraktik dienten. Bereits im römischen Reich wurden (ab 63 v.Chr.) chirurgische und ophthalmologische Instrumente hergestellt, die später bei den archäologischen Ausgrabungen in der Region von Pompeji sowie im Römmerkastell Saalburg entdeckt wurden. [2] [60] [61]

Heutzutage werden durch eine rasch fortschreitende, hoch entwickelte Technik in verstärktem Maße neue Wege in der Diagnostik und Therapie eröffnet. Röntgengeräte, EKG, EEG, Computertomographen, Kernspintomographen stehen heute dem Arzt zur Verfügung und erleichtern die Feststellung einer Diagnose und die Planung einer gezielten Therapie. Dennoch sollte das medizinische Personal das Grundwissen der ärztlichen Kunst beherrschen, um die komplexe, teils sehr aufwendige Technologie der heutigen Medizin zu begreifen, da ein praktisch tätiger Arzt einen Menschen oder einen Patienten behandelt und nicht sein Röntgenbild.

1.1.1 Ziele

Durch den Ruhestand von Herrn Nikolaus Fassbender junior, Instrumentenbauer aus Bonn und Besitzer der Firma BonnaMed Fassbender, veranlasst, befasst sich diese Arbeit mit der Dokumentation und Archivierung seines Lebenswerkes, aber auch mit der globalen und - soweit möglich - genauen Beschreibung der Evolution der Instrumente, die im Alltag von fast jeder Ärztin und jedem Arzt in Einsatz kommen. Die Geschichte dieser Instrumente sowie die physikalischen Prinzipien hinter ihrer Funktionsweise sind essenziell zum Verständnis ihres Aufbaus und ihrer Funktion.

Einleitung

Ein weiterer Aspekt dieser Arbeit ist die Vorstellung der so genannten kinderfreundlichen Instrumente. Also der Instrumente, die mit viel Überlegung und Rücksicht auf die kleinen Patienten entwickelt worden sind, um deren Angst vor dem Arzt zu reduzieren und die körperliche Untersuchung für beide Parteien angenehmer und effizienter zu gestalten.

Außerdem ist es Ziel dieser Arbeit, eine medizinische Ausstellung aus der privaten Sammlung von Prof. Dr. med. Florian Heinen zu schaffen, damit sich das medizinische Personal, aber auch Kinder und Eltern mit diesen Instrumenten vertraut machen können und sie schätzen lernen.

1.1.2 Methoden

Zur Durchführung dieser Arbeit wird initial eine dreitägige Reise nach Bonn geplant. Ein Treffen mit dem Kaufmann Nikolaus Fassbender jun. in seinem Laden mit resultierendem 19-Stunden Interview werden organisiert. Zusätzlich liefert Nikolaus Fassbender reichliches schriftliches Material, Bilder sowie DVDs über sein Lebenswerk. Daraufhin wird die aufgenommene Befragung bearbeitet, es entsteht eine initiale Archivierung der Instrumenten im Besitz von Prof. Dr. med. Florian Heinen.

Zwischendurch werden alle Instrumente vom professionellen Fotografen des Dr. von Haunerschen Kinderspitals fotografiert, die Bilder werden digitalisiert, so dass eine elektronische Datenbank entsteht.

Dabei entstehende Fragen werden entweder durch Nikolaus Fassbender selbst oder über die Datenbank des Instituts für Ethik, Geschichte und Theorie der Medizin der Ludwig-Maximilians-Universität München, die Datenbank des Deutschen Museums München sowie Online-Datenbanken wie PubMed und Google Scholar beantwortet.

Nach dem ersten Entwurf der Arbeit wird erneut eine – dieses Mal zweitägige – Reise nach Bonn organisiert. Herr Fassbender gibt erneut ein 9 Stunden langes Interview zur Vervollständigung der Informationen.

Zur Planung der Ausstellung wird initial über das Forum www.musiology.gr und in Kooperation mit Herrn Theofanis Karafotias, Restorator und Konservator mit Schwerpunkt National Heritage Management und Marketing, nach passender Bibliographie zur Planung und Ausführung einer Ausstellung gefahndet. Zusätzlich dient zu diesem Zweck ein Besuch der Bibliothek der Panteion sozial- und politikwissenschaftlichen Universität Athen.

In der Zwischenzeit werden das Deutsche Medizinhistorische Museum in Ingolstadt sowie das noch nicht öffentliche Museum „Sotiria“ des Sotiria Hospital Athen, General Hospital of Chest Diseases, besucht. Während des Besuches des Sotiria Hospital Athen wird ein Gespräch mit dem konservatorischen Team durchgeführt, um Ideen und Leitfäden zu sammeln.

Das architektonische Design der Ausstellung wurde in Kooperation mit der Architektin Dipl.-Ing. Mary Xenaki erarbeitet. Nach dem genauen Ausmessen der zur Verfügung stehenden Räume des interdisziplinären sozialpädagogischen Zentrums der Ludwig-Maximilian-Universität München werden architektonische Pläne entworfen und die Ideen nehmen Form und Gestalt an durch elektronische Medien wie Adobe Photoshop und AutoCAD.

1.3 Die klinische Untersuchung

«The treatment of a disease must be completely impersonal;

the treatment of a patient must be completely personal.

The secret of patient care is caring for the patient.»

Dr. Francis Weld Peabody (1881-1927), HMS

Schon in der antiken Zeit war bekannt, dass ein strukturiertes Vorgehen beim Erstkontakt mit dem Patienten eine wichtige Rolle spielt. Die Natur des Menschen funktioniert instinktiv so, dass der erste Kontakt meistens ausschlaggebend für die weitere Beziehung ist. So findet auch die grundlegende, intime und aufschlussreiche Erstkommunikation zwischen Arzt und Patient während der Anamnese und der körperlichen Untersuchung statt. Sie dient als Grundlage und Voraussetzung des ärztlichen Handelns. Ein kompetentes Fachwissen, aber auch ein Gefühl von Empathie und Verbundenheit sollten vermittelt werden. Es werden nämlich während dieser ersten Interaktion die Arzt-Patient-Beziehung begründet, Vertrauen aufgebaut und die Grundlage für weitere diagnostische und therapeutische Interventionen gelegt. Erst aus dieser persönlichen Kompetenz heraus können sich Ärztinnen und Ärzte dem Patienten auch menschlich so zuwenden, wie dieser es sich in der Krankheitssituation erwartet.

«Teach the eye to see,
the finger to feel,
and the ear to hear.»

Sir William Osler (1848-1919)

Die Festlegung einer Diagnose gelingt im klinischen Alltag oft nur schwer. Ein Arzt sollte sich auf drei Grundpfeiler stützen, um auf eine Diagnose zu kommen: Die Anamnese, die klinische Untersuchung und die Ergebnisse des Labors oder der apparativen Zusatzuntersuchungen. Nach Erhebung der Anamnese ermöglicht die körperliche Untersuchung dem Arzt, anhand der zuvor erhobenen Symptome und differentialdiagnostischen Überlegungen, gezielt und systematisch nach pathologischen Veränderungen in den einzelnen Organsystemen zu suchen.

Die vier Grundprinzipien der körperlichen Untersuchung sind:

- die Inspektion (lat. inspicium, äußerliche Betrachtung)
- die Palpation (lat. palpatio, Betasten)
- die Perkussion (lat. percussio, Beklopfen)
- die Auskultation (lat. auscultatio, Horchen mit Hilfe des Stethoskops)

Zusätzlich werden bei bestimmten Fragestellungen auch spezielle Funktionsprüfungen der einzelnen Organsysteme oder Körperregionen durchgeführt. Wichtig für die Abfolge der einzelnen Untersuchungsschritte ist in erster Linie ein strukturiertes, systematisches Vorgehen, welches neben inhaltlicher Vollständigkeit auch einen rationellen und zeitlich effizienten Ablauf der Untersuchung gewährleistet.

Als Hilfsmittel der körperlichen Untersuchung dienen im Allgemeinen folgende Instrumente:

- Uhr mit Sekundenzeiger
- Blutdruckmessgerät
- Thermometer
- Stethoskop
- Lämpchen

Einleitung

- Zungenspatel oder Einmalspatel
- Zentimeter-Maßband
- Reflexhammer
- Sterile Neuropins oder Einmalnadel
- Baumwolltupfer
- Stimmgabel
- Ophthalmoskop und/oder Otoskop
- Handschuhe, ggf. Vaseline
- Glasspatel [3]

1.4 Historische Meilensteine in der technischen Medizin

Erweitert und modifiziert aus dem Buch Medizintechnik, Verfahren – Systeme – Informationsverarbeitung, Hrg. R. Kramme , Springer Medizin Verlag, 2007.

Die hier zusammengefassten Zeitzeugnisse stellen einen Abriss der technischen Entwicklung der Medizin dar, so dass kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben wird. Da sich diese Arbeit hauptsächlich mit der Entwicklung der Instrumente für die klinische Untersuchung befasst, werden die Daten eher mit diesem Schwerpunkt selektiert und dargestellt. Weiterhin ist anzumerken, dass teilweise unterschiedliche Zeitangaben veröffentlicht wurden, die allerdings nur geringfügig differieren.

- Ca. 2800 v. Chr. Im ältesten bekannten Chirurgiebuch „Papyrus Edwin Smith“ wird der Beginn der Hitzechirurgie dokumentiert.
- Ca. 2500 v. Chr. In der fernöstlichen Medizin wird die Akupunkturnadel verwendet.
- Ca. 460-377 v. Chr. Beschreibung verschiedener Pulsqualitäten von Hippokrates von Kos, dem Gründer der abendländischen wissenschaftlichen Medizin. Als bedeutender Arzt seiner Zeit nutzt er bereits ein „Proktoskop“ zur Darminspektion, setzt zur Öffnung suprapubischer Abszesse einen „Feuerbohrer“ (glühenden Holzstab) ein und erwähnt bereits die Inhalationsnarkose.

Einleitung

- Ca. 63 v. Chr. Bereits im Imperium Romanum wurden, wie archäologische Ausgrabungen im verschütteten Pompeji belegen, differenzierte Instrumente und Geräte für chirurgische Eingriffe verwendet.
- 200-130 n. Chr. Bereits im Altertum war die schmerzlindernde Wirkung elektrischer Reize bekannt. Galenus (129-199) empfahl hierfür die Verwendung von Zitterrochen (50 – 80 Volt und ca. 200 Hz).
- 1363 Guy De Chauliac (1300-1368) verwendet für die Ohrenuntersuchung ein Spekulum.
- 1530 Philippus Theophrastus Aureolus Bombastus von Hohenheim (1493-1541), genannt Paracelsus beatmet erstmals eine Patientin mit einem Blasebalg.
- 1544 Guido Guidi (1500-1567) empfiehlt die Einlage eines goldenen oder silbernen Röhrchens in die Luftröhre nach Durchführung der Tracheotomie.
- 1550 Einsatz von Masken zur Korrektur des Schielens.
- 1596 Das erste Gerät zur Temperaturmessung (sog. Thermoskop) wird Galileo Galilei (1564-1642) zugeschrieben.
- 1625 Santorio Santorio (1561-1636) erfindet das Fieberthermometer.
- 1628 Beobachtung und Erstbeschreibung der Blutzirkulation im menschlichen Organismus durch William Harvey (1578-1657).
- 1711 Entwicklung der noch heute gebräuchlichen Stimmgabel von John Shore (1662-1752) zur Hörprüfung.
- 1715 Gabriel Daniel Fahrenheit (1686-1736) stellt Quersilberthermometer her.
- 1716 Nasespekulum in Form einer dilatierenden Klammer von Pierre Dionis (1734-1794).
- 1729 Erstes Photometer von Pierre Bouguer (1698-1758).
- 1733 Stephen Hales (1677-1761) führt bei einem Pferd die direkte Blutdruckmessung in der Arteria carotis mit einem Glasrohr durch.
- 1742 Anders Celsius (1701-1744), Astronom, schlägt vor, die nach ihm benannte Temperaturskala auf einem Quecksilberthermometer unter einem bestimmten Luftdruck (760 mmHg) in hundert Teile zu teilen, wobei bei Wasser der Gefrierpunkt als 0 und der Siedepunkt als 100 bezeichnet werden sollte. Diese Definition ermöglichte allein schon durch die Festlegung der Messbedingungen eine genauere Temperaturmessung im Vergleich zur bisherigen Praxis, der Methode nach Gabriel Daniel Fahrenheit.

Einleitung

- 1761 Josef Leopold Auenbrugger (1722-1809) beschreibt erstmals die Perkussion.
- 1772 Jean Jacques Perret beschreibt ein Nasenspekulum, welches auch als Ohrenspekulum verwendet werden kann.
- 1780 George Adams (1750-1795) bringt die starre Lorgnette auf den Markt.
- 1795 Philipp Bozzini (1773-1809) beschreibt einen Beleuchtungsapparat, mit dessen Hilfe Körperhöhlen beim Menschen einzusehen sind.
- 1805 Philipp Bozzini entwickelt das erste Instrument (Lichtquelle, bestehend aus einer Kerze, deren Licht durch mehrere Spiegel reflektiert wird) um in die Blase und das Rektum hineinschauen zu können.
- 1816 René-Théophile-Hyacinthe Laennec (1781-1826) konstruiert ein Stethoskop, das nur für ein Ohr konzipiert ist.
- 1819 Jan Evangelista Purkine (1787-1869) stellt erste Vorschläge zum Spaltlampenprinzip vor.
- 1828 Einführung des Quecksilbermanometers von Jean Léonard Marie Poiseuille (1797-1869) in die Blutdruckmessung.
- 1829 Benjamin Guy Babington (1794-1866) entwickelt das Glottiskop (kleiner Glasspiegel an langem Stiel). Joseph Plateau (1801-1883) beschreibt Untersuchungen des Kehlkopfes und der Stimme, die später zur Entdeckung des stroboskopischen Prinzips führen.
- 1841 F. Hoffmann erfindet einen perforierten Hohlspiegel zur parallaxenfreien Beleuchtung.
- 1847 Carl Wilhelm Friedrich Ludwig (1816-1895) entwickelt einen Kymographen zur Registrierung des arteriellen Drucks.
- 1848 Manuel Garcia (1805-1906), Entdecker des Kehlkopfspiegels, demonstriert seine Methode in London.
- 1850 Hermann von Helmholtz (1821-1894) erfindet das Ophthalmoskop.
- 1855 Der Ohrenspiegel (Stirnreflektor) wird durch Anton von Tröltsch (1829-1890) eingeführt.
Dr. George Philip Cammann (1804-1863) führt das binaurale Stethoskop ein.
- 1857 Ludwig Türck (1810-1868) und Johann Nepomuk Czermak (1828-1873) setzen einen Kehlkopfspiegel für die indirekte Laryngoskopie ein.

Einleitung

- 1860 Étienne-Jules Marey (1830-1904) entwickelt einen Trommelschreiber zur Registrierung von Druck, Atembewegungen und Herzkontraktionen.
- 1862 Albrecht von Graefe (1828-1870) stellt ein erstes praktisch brauchbares Tonometer vor.
- 1865 Antonin Jean Desormeaux beschreibt erstmals ein Cystoskop.
- 1867 Julius Bruck (1840-1902) entwickelt die erste interne Lichtquelle (Platin-Elektrode) für die Endoskopie.
- 1868 Erste Ansätze eines Monitoring im Sinne einer Langzeitbeobachtung physiologischer Parameter von Carl Reinhold August Wunderlich (1815-1877) und Einführung der objektiven Temperaturmessung.
- 1869 E. de Rossi entwickelt die binokulare Ohrmikroskopie.
- 1873 F. Trautmann erfindet die erste Ohrlupe.
- 1906 Róbert Bárány (1876-1936) entwickelt einen Lärmtrommel Vertäubung eines Ohres bei Hörprüfungen.
- 1911 Allvar Gullstrand (1862-1930) entwickelt die Spaltlampe und stellt ein nach ihm benanntes Ophthalmoskop vor.
- 1913 J. Hegener und Giulio Panconcelli-Calzia (1878-1966) führen die Strobokinematographie der Stimmlippen.
- 1925 Nystagmusbeobachtung mit einer Leuchtbrille (Frenzel-Brille) durch Hermann Frenzel (1885-1967).
- 1937 Erstes gefertigtes Polyophthalmoskop nach Wegener.
- 1942 Glenn Allan Millikan (1906-1947) führt den Begriff der Oximetrie ein und entwickelt einen Ohrensensoren. [2] [46] [47] [48]

1.5 75 Jahre Fassbender – Ein historischer Rückblick

1.5.1 Die Gründung

1924 nahm Nikolaus Fassbender sen. aus Bonn eine Stelle als Fachverkäufer in der Fa. Schultes in Jena an. Es handelte sich um ein Sanitätsgeschäft. Fassbender, der in Bonn bei Matthias Ollendorf die Herstellung von chirurgischen Instrumenten gelernt hatte, wurde dazu eingestellt, die Krankenhausabteilung aufzubauen.

Einleitung

Einige Jahre später entschied sich Fassbender, sich selbstständig zu machen und mit voller Unterstützung von mehreren einflussreichen Professoren aus Jena gründete er am 12. Juli 1930 ein Fachgeschäft. Zunächst handelte das Geschäft mit chirurgischen Instrumenten, Gummi- und Glaswaren sowie Krankenhaus- und Laborbedarf.

Zufälligerweise ging ein Schokolade-Produktions-Laden mit dem gleichen Warenzeichen (Fassbender), positioniert in der Nähe einer der größten Einkaufsstrassen Jenas, bankrott und die Lokalität wurde von der neu gegründeten Firma Fassbender übernommen.

1.5.2 Der Krieg und die Rückkehr nach Bonn

Während des zweiten Weltkrieges kam Nikolaus Fassbender sen. wegen seiner Schwerhörigkeit zum Luftschutz. Dabei beschäftigte er sich mit der Ausbildung und mit dem Verkauf von Luftschutzartikeln. Aus diesem Grund lief das Geschäft trotz des Krieges gut.

Im März 1945 wurde Jena bombardiert. Die Brandschäden waren groß, trotzdem konnte Fassbender, den Laden zu retten. Nach dem Kriegsende folgte zunächst die Besatzung durch Amerikaner und dann durch die Russen. Es folgte die so genannte Entnazifizierung, bei der Fassbender freigesprochen wurde.

Nach Gründung der DDR bestand ein riesiger Nachholbedarf. Die Fa. Fassbender belieferte fast allein alle Krankenhäuser und Kliniken in Jena, so wie viele in ganz Thüringen bis nach Eisenach.

Kurz nach dem 25-jährigen Jubiläum wurde die staatliche DHZ (Deutsche Handelszentrale) gegründet. Der Fa. Fassbender wurden sämtliche Aufträge der Krankenhäuser entzogen. Fassbender, dem Inhaber, wurde der Geschäftsstellenposten für 600 DM im eigenen Laden angeboten, was das Ende der Fa. Fassbender in Jena signalisierte. 1959 entschloss sich Fassbender, Jena zu verlassen.

1.5.3 Bonn, Wiedereröffnung und Bonnamed

Nach der Rückkehr nach Bonn befasste sich Nikolaus Fassbender mit der Wiedereröffnung des Geschäftes. Die Konkurrenz war sehr groß. Die finanzielle Unterstützung eines Bekannten aus Bonn sowie der Umstand, dass der Laden zwischen den beiden aufgeteilt wurde, halfen bei der Wiedereröffnung des Unternehmens.

Einleitung

Viele medizinische Institute mussten neu eingerichtet werden und die Kunden mussten einzeln besucht werden. Fassbenders Sohn, Nikolaus Fassbender jun., damals Student im 5. Semester, kam zur Unterstützung.

Das Geschäft entwickelte sich gut. Die Bezeichnung änderte sich von „Fachgeschäft für Ärzte- und Krankenhausbedarf“ zu „Medizinisches Fachgeschäft“. 1967 zog das Unternehmen in ein größeres Ladenlokal um.

In den 1970er Jahren vollzogen sich die rasche Entwicklung der klinischen Chemie sowie deren Einführung in die Arztpraxen. Das bedeutete eine Prosperität für das Geschäft, das zum „Reagenziendepot“ für zwei große Firmen wurde, nämlich für Boehringer Mannheim und Dr. Lang Berlin. Zahlreiche Labore und Praxen sowie 5 Krankenhäuser in Bonn wurden eingerichtet und jahrelang beliefert.

Mitte der 1970er Jahre wurde das sog. Krankenhausfinanzierungsgesetz beschlossen, das besagte, dass Krankenhäuser nur noch direkt vom Hersteller beliefert werden durften. Die Hauptumsatzbringer gingen so verloren.

Dennoch präsentierten sich inzwischen die ersten patentierten Erfindungen wie der VARIOFLEX-Hammer, das VARIODUPLEX-Stethoskop und der VARIOFIX-Stauer sehr erfolgreich. Später folgten noch die bis heute begehrten PLANET-Universalstethoskope und ZENIT-Universalhämmer. Sie wurden in großen Produktionszahlen auf Lizenzbasis von Kirchner & Wilhelm in Stuttgart gefertigt.

Mitte des Jahres 1980 wurde das 50. Jubiläum gefeiert. Bis dahin konnten über 25 Instrumente aus eigener Entwicklung präsentiert werden. Der zweite Sohn, Joachim Fassbender, trat in das Unternehmen ein. 1985 übernahm Nikolaus Fassbender jun. wegen des Gesundheitszustandes des Vaters die Firma und nannte sie BonnaMed Fassbender.

1988 stellte BonnaMed Fassbender zum ersten Mal auf der MEDICA (Weltforum der Medizin - Internationale Fachmesse und Kongress für Medizintechnik, Elektromedizin, Laborausstattung, Diagnostica und Arzneimittel) nach einem Großauftrag von Bayer ihre bewährten Instrumente aus. Mit diesem Erfolg wurde auch das 60. Jubiläum in Jena gefeiert.

Allerdings kam es trotz mehrerer Messebesuche in Leipzig, Jena und Weimar nicht zum erwarteten Durchbruch. Erfreulicherweise kam Nikolaus Fassbender jun. 1997 in der MEDICA

Einleitung

in Kontakt mit der Firma Faromed. Aus dieser Zusammenarbeit resultierte die günstige Produktion vieler neuer Instrumente.

Anfang des 21. Jahrhunderts, mit dem Durchbruch des Online-Verkaufes, wurde der Ladenverkauf aufgegeben und nur ein kleines Domizil im Innenhof der Rathausapotheke in Bonn behalten, das immer noch als „Showroom“ dient.

2003 wurde BonnaMed Fassbender über einen amerikanischen Kunden, der die Reflexhämmer der Firma in USA in den Handel bringen wollte, der Firma Arno Barthelmes in Zella-Mehlis vorgestellt. Die Fassbender-Instrumente, vor allem die Reflexhämmer, passten nämlich ganz gut als Parallelinstrumente zu dem Produktionsbereich Stimmgabeln, die von Fa. A. Barthelmes seit über 120 Jahren gefertigt werden.

Innerhalb kurzer Zeit wurden in Zella-Mehlis über 20 neue Instrumente entwickelt, von denen der Bonner Trichter SATELLIT sogar mit der Silbermedaille der internationalen Erfinderbörse 2005 in Bern ausgezeichnet worden ist.

Hinzu kam die Zusammenarbeit mit Prof. Dr. med. F. Heinen, Professor an der Ludwig-Maximilians-Universität und Leiter des integrierten Sozialpädiatrischen Zentrums der LMU, aus der sich Ideen für zahlreiche neurologische (v.a. kinderneurologische) Instrumente ergaben.

Ferner ist die Schaffung einer Ausstellung geplant, die besonders die Entwicklung der kinderfreundlichen Instrumente darstellen wird.

Künftig werden alle Fassbender-Instrumente allein von der Fa. ZellaMed gebaut und weltweit vertrieben. [1]

1.6 „Kinderfreundliche“ Instrumente

Oft wird die Notwendigkeit, spezielle pädiatrische Instrumente einzusetzen, im Stress und der Routine des Praxisalltags übersehen. Kinderfachärzte, aber vor allem auch Allgemeinärzte und Ärzte anderer Fachrichtungen, die mit Kindern arbeiten, gewöhnen sich oft an Instrumente, die während des Studiums angewendet wurden; Instrumente, die der Untersuchung der kleinen Patienten nicht gerecht werden, sondern sie sogar erschweren.

Mit dem Einstieg von Nikolaus Fassbender junior in die Firma Fassbender fing langsam die Entwicklung kindgerechter Instrumente an. Als erstes erschienen Gesichter auf Instrumenten, laut Fassbender zunächst belächelt und ignoriert, heute aber das Merkmal der Firma. Schmerz

Einleitung

und Angst können diese Instrumente den Kindern nicht nehmen, aber den Untersuchenden leichteren Zugang zum Patienten schaffen und damit die Arbeit wesentlich erleichtern.

Inzwischen erfreuen sich die kindgerechten Instrumente der Fa. BonnaMed Fassbender bei vielen Ärzten weltweit großer Beliebtheit. Anfänglich von vielen Neukunden als eine Art Spielzeug abgelehnt, werden sie jedoch spätestens nach dem Einsatz und den ersten Erfahrungen zu einem unverzichtbaren Handwerkszeug.

Die Akzeptanz der Instrumente durch die Kinder ergibt sich bereits durch eine kleine Veränderung, wie zum Beispiel ein Gesicht, eine goldene oder rote Nase, flexible Stiele an Hämmern und weichwarme Trichter oder bunte, farbige Schläuche an Stethoskopen. Entscheidend ist aber stets, dass der Untersucher die Instrumente selbst schätzt und hinter ihnen steht.

Nun steht jedem Diagnostiker mit der Auswahl von über 15 kindgerechten Instrumenten der Fa. BonnaMed Fassbender für alle Altersstufen - vom kleinsten Hammer PETIT 50 bis zur Nystagmustrummel - das entsprechende Handwerkszeug zur Verfügung, um Neugeborene, Säuglinge, Kleinkinder und Kinder zu untersuchen.

2 Stethoskop

Trotz hochentwickelter Medizintechnologie gehört das Stethoskop nach wie vor zu den wichtigsten und unverzichtbaren Diagnostikinstrumenten. In der Kitteltasche oder auch um den Hals des Medizinpersonals ist es eng mit dem Bild des Arztes verbunden und wird fast überall mitgetragen.

2.1 Historie

Die Perkussion des Thorax war schon im 18. Jahrhundert entwickelt. Sie diente der Beurteilung der Organgröße und der Identifizierung von Läsionen im Thorax- und Abdomenbereich. Als erster hat sich mit dieser Untersuchungsmethode Leopold von Auenbrugger (1722-1809), ein Mediziner aus Wien, auseinandergesetzt. Sein Vater, Gastwirt vom Beruf, hatte die gleiche Technik verwendet, um den Füllstand der Weinfässer zu erkennen. Bei der Thoraxperkussion deuteten Töne, die höher oder tiefer als die normale Variante erschienen, auf eine Erkrankung der inneren Organe. Auenbrugger bezog diese Methode auf die Untersuchung des menschlichen Thorax und hat seine Befunde in seinen Werk ‚Inventum Novum‘ dokumentiert.

Auenbrugger benötigte für seine Diagnostik weder ein Stethoskop noch einen Reflexhammer, der Thorax sollte direkt angeklopft werden. Eine ausgezeichnete, jedoch für den unerfahrenen Arzt grobe und ungenaue Technik, am effektivsten ohne Zweifel an eher knöchernen Brustkörben mit dem Oberhemd straff an dem Körper gezogen und der Hand des Arztes mit einem Handschuh aus ungeschliffenen Leder, so dass das klopfende Geräusch der Kollision von Haut gegen Haut vermieden werden konnte.

Die Auskultation andererseits war nicht so weit entwickelt. Hinweise auf Atemgeräusche treten im Papyrus Ebers (um 1500 v. Chr.), den Hindu-Vedas (ca. 1400-1200 v. Chr.) und den hippokratischen Schriften des Caelius Aurelianus (um 500 v. Chr.) auf. Leonardo da Vinci (1452-1519), Ambroise Paré (1510-1590), William Harvey (1578-1657), Giovanni Battista Morgagni (1682-1771), Gerard van Swieten (1700-1772), William Hunter (1718-1783) und andere erwähnten die Auskultation; Robert Hooke (1635 – 1703) beschrieb die Herztöne und sagte: „Möglicherweise kann man die Bewegungen innerer Organe durch den Klang, den sie machen, entdecken“, aber es gibt keinen konkreten Hinweis, dass er seinen Vorschlag jemals umsetzen konnte.

Stethoskop

Obwohl die indirekte, unmittelbare Auskultation vor der Erfindung des Stethoskops bekannt war, wurde sie nur wenig praktiziert und war kein Bestandteil der klinischen Basisuntersuchung der Patienten. Als Hörquelle wurde das Ohr des behandelnden Arztes auf ein über den Patienten ausgebreitetes Tuch gelegt.

1816 erschien das erste Stethoskop. Vater dieser innovativen Erfindung war der berühmte französische Arzt Dr. Renè Théophile Hyacinthe Laennec (1781-1826). Laennec arbeitete im Necker Hospital in Paris. Als Schüler des berühmten Klinikers und Kardiologen Jean-Nicolas Corvisart war er mit der direkten Auskultation vertraut. Seine intensive Auseinandersetzung mit der Pneumologie sowie das Bedürfnis, eine Methode zu entwickeln, die die Auskultation, vor allem von Patientinnen, ohne direkten Kontakt zur Person erlauben würde, hat zur Entwicklung des ersten Stethoskops geführt.

Während der Untersuchung einer jungen, stark adipösen Frau mit Herzbeschwerden stellte Laennec fest, dass weder die Perkussion noch die direkte Auskultation helfen konnten. Er erinnerte sich an ein akustisches Phänomen der Schallleitung und zwar an die Klarheit, mit der man das Kratzen einer Nadel an einem Ende eines Stückes Holz hören kann, wenn man das Ohr ans andere Ende anlegt. Er rollte ein Blatt Papier zu einem schmalen Rohr zusammen und setzte es präkordial auf die Patientin auf; die Töne wurden verstärkt, waren klar und deutlich. Nach langer Suche nach einem passenden Begriff – Sonometer, Pectrolique, Medizinisches Kornett, Thorakikoskop – bekam dieses Rohr den Namen Stethoskop. Der Begriff leitet sich vom griechischen $\sigma\tau\eta\theta\omicron\sigma\kappa\acute{o}\pi\iota\omicron\nu$ - heutige Aussprache stithoskópio, altgriechische stēthoskópion – von τό στῆθος $t\acute{o}$ stēthos “die Brust” und σκοπέω $skop\acute{e}\omega$ “ich betrachte” ab.

Laennec experimentierte weiter. Das akustische Phänomen, das er im Auge hatte, war, dass solide Körper den Schall leiten und bis zu einem gewissen Punkt auch verstärken. Aus diesem Grund versuchte er, die Papierblätter sehr schmal zu rollen, sie sogar mit Klebstoff festzukleben, um sie luftdicht zu machen.

Anstelle des Papierrohres verwendete Laennec später Holz. Bald kam er aber auf die Schlussfolgerung, dass eine Öffnung im soliden Holz nötig war. Er probierte verschiedene Sorten von Holz, Elfenbein und andere Materialien aus. Pinienholz und weichere Holzarten erwiesen sich als das geeignete Material. Er lernte die Kunst des Drechslers; manche von seinen primitiven Instrumenten hat er selbst konstruiert und seinen Kollegen präsentiert.

Stethoskop

Sein erstes Stethoskop-Design war ungefähr 30 cm lang, hatte einen Durchmesser von 2 cm und war zylindrisch. Es bestand aus zwei Stücken, die aneinander festgeschraubt wurden. Das glockenförmige Endglied besaß einen abnehmbareren Stöpsel. Der wurde für die Herzauskultation benutzt, für Atemgeräusche abgenommen, aber für Stimmgeräusche wieder aufgesetzt.

Darüber hinaus fasste er alle physischen Zeichen der Brust zusammen, die den zugrunde liegenden Erkrankungen entsprachen. Das heißt, er war in der Lage, alle Geräusche, die er gehört hat, mit spezifischen Erkrankungen des Herzens und der Lunge zu verbinden. Manche dieser Erkrankungen hat er sogar als erster geschildert. Basierend auf seine klinischen Beobachtungen, ergänzt durch seine pathologischen Forschungen, schaffte er sehr genaue Beschreibungen von Bronchitis, Bronchiektasie, Pleuritis, Lobärpneumonie, Hydrothorax, Emphysem, Pneumothorax, Lungenödem, Gangräne, Herzinfarkt, Mitralklappenstenose, Ösophagitis, Peritonitis und Tuberkulose. Des Weiteren hat er die Leberzirrhose beschrieben, immer noch als ‚Laennec-Zirrhose‘ bekannt. Er hat neue Terme wie Stethoskop, Auskultation, Rasseln, Fremitus, Aerophonie, Bronchophonie u.a. eingeführt. Seine Beobachtungen am Herz waren weniger gründlich als die im Thoraxbereich, dennoch hat er die Herzgeräusche erkannt und „bruit de râpe“ so wie „bruit de soufflet“ beschrieben. Als erster beschrieb genauer der tschechische Arzt Joseph Skoda (1805-1881) aus Wien mithilfe des Stethoskops die Herztöne.

Im Februar 1818 berichtete Laennec von seinen Erfindungen an der Academy of Science und von Mai bis Juli des selben Jahres hielt er eine Vorlesung an der Academy of Medicine. Im August 1819 veröffentlichte er sein „De l'Auscultation Médiate, etc.“. Das Buch wurde für 13 Francs verkauft; Stethoskope waren mit dem Buch für extra 3 Francs zu bekommen.

Sein Buch wurde von Medizinhistorikern und mehreren Generationen von Ärzten als einer der Klassiker der medizinischen Literatur gelobt. Es präsentierte nämlich der klinischen Medizin das „beste“ diagnostische Instrument, das bis dahin existierte. Die einzige Zurückhaltung bestand darin, dass Stethoskopie als sehr schwierig empfunden war. Deswegen meinte man, sie nur in Krankenhäusern praktizieren zu können. Trotzdem wurde das Stethoskop von vielen Ärzten in privater Praxis genutzt, besonders von denen, die Laennecs Lehre befolgten.

Laennecs Buch wurde von Sir John Forbes (1787-1861) auf Englisch übersetzt. Die Idee kam von Sir James Clark (1788-1870), der Laennec im Necker Hospital besucht hatte. Clark war einer der ersten, die das Stethoskop im klinischen Alltag in Rom benutzt haben. Zwischen 1821 und 1834 produzierte Forbes vier verschiedene Auflagen einer Übersetzung von ‚De

Stethoskop

l'Auscultation Médiante, etc'. Obwohl gegen ihn Vorwürfe wegen der freien Übersetzung von Laennecs Werk erhoben wurden, wurden seine englischen Versionen sehr gelobt. Manche Kritiker meinten sogar, er hätte Laennecs Originalversion verbessert. Forbes schrieb, dass Laennecs Buch auf die Diagnostik (Stethoskop) und Pathologie (Beobachtung) basiere und infolgedessen bei den meisten Krankheitsbildern die zwei Oberbegriffe nicht zu differenzieren seien. Forbes hat das ganze Werk neu geordnet und zwei individuelle Abhandlungen daraus gemacht: eine über die Pathologie und eine über die Diagnostik.

Während der Veröffentlichung seiner zweiten Auflage erkannte Forbes, dass er die positive Beeinflussung des Stethoskops auf den medizinischen Alltag unterschätzt hatte. Das Instrument war schon weiterentwickelt. Es bestand aus einem einfachen Rohr aus Holz, ungefähr 20 cm lang, mit einem kegelförmigen Brustteil mit einer abnehmbaren Abdichtung oder einem Trichter.

Seit November 1819 wurden Stethoskope in London verkauft und seit 1820 wurden sie regelmäßig von Treuttel und Würtz (Buchhändler am Soho Square) aus Paris importiert. Sie wurden zusammen mit Laennecs Buch für zwei Francs extra verkauft. Als alle Stethoskope ausverkauft waren, begann ein Drechsler namens Allnutt in Piccadilly seine eigenen Stethoskope zu produzieren und sie für zwei Schilling zu verkaufen. Einer der ältesten britischen Hersteller war Grumbridge in Poland Street, dessen Instrumente manchmal seinen Namen tragen.

Das Stethoskop wurde nach und nach auch in der Gynäkologie und Geburtshilfe angewandt. 1818 beschrieb François-Isaac Mayor (1779-1854) die fetalen Herzgeräusche und ihren Nutzwert, um daraus zu schließen, ob der Fetus lebend ist oder nicht, sowie um Zwillingschwangerschaften zu verifizieren. Dazu hatte er aber sein bloßes Ohr zur direkten Auskultation benutzt. 1822 veröffentlichte Jacques Alexandre Le Jumeau de Kergaradec (1787-1877) eine Bestätigung dieser Beobachtungen unter Anwendung des Stethoskops.

1826 wurde die zweite Veröffentlichung Laennecs in Umlauf gesetzt. Inzwischen benutzten immer mehr Kliniker das Stethoskop. Laennec hatte über 300 Studenten und Besucher bei seinen Patientenvisiten und Vorlesungen, beispielsweise Charles James Blasius Williams (1805–1889) und Thomas Hodgkin (1798-1866). In Britannien förderte Sir James McGrigor (1771-1858) die Anwendung des Stethoskops in der Armee, Sir William Burnett (1779-1861) machte das gleiche für die Marine. William Stokes (1804-1878), ein 21 jähriger Student, publizierte 1825 eine kleine Einführung für das Stethoskop, wobei er auch auf die

Stethoskop

pathophysiologischen Mechanismen, die für die verschiedenen akustischen Phänomene zuständig sind, einging.

Die erste große Änderung kam für das Stethoskop 1828. Pierre Adolphe Piorry (1794-1879) folgte dem Werk von Laennec bezüglich der indirekten Auskultation und wollte das gleiche Prinzip für die indirekte Perkussion erforschen. Er war auch am Stethoskop interessiert. Sein Buch illustrierte ein wundervolles Instrument. Er hat den Schaft des Stethoskops auf die Länge eines Fingers reduziert und ihn wieder in zwei Teile geteilt. Dazu hat er einen Perkussionshammer und ein mit Elfenbeinbezogenes Bruststück konstruiert.

Die nächste Innovation war das flexible, monaurale Stethoskop. Dr. N. P. Comyns aus Edinburgh konstruierte ein Stethoskop, dessen Schaft aus miteinander artikulierenden Holzzylindern bestand.

In Laufe der Zeit wurden mehrere Anpassungen am monoauralen Stethoskop durchgeführt, um seine Effizienz zu verbessern. Das trichterförmige Ende diente der Leitung von tiefen Hörönen. Das Bruststück wurde auch flacher und mit einer Membran aus Pergament oder Elfenbein überzogen. Spätere Versuche setzten Holz jeder Art, Glas, Elfenbein, Silber, Hartzinn und Messing ein. Ein extralanges Stethoskop von ca. 90 cm wurde bei Sozialhilfeempfängern und Häftlingen benutzt, um sich von unsauberen, von Flöhen befallenen Patienten zu distanzieren.

Stethoskope waren oft mit dem Namen der Menschen, die eine Modifizierung von Form oder Material vorgeschlagen haben, assoziiert: Piorry, Stokes, Fox, Davis, Quain, Walshe, Fergusson, Lloyd-Roberts u.a. Aber die neuen Modelle hatten meistens weniger Signifikanz, was die bessere Leistung angeht, und waren deren Vorläufern ganz ähnlich.

Versuche, ein binaurales Stethoskop zu entwickeln, wurden schon seit 1829 gemacht. Charles James Blasius Williams, einer der hellsten Studenten Laennecs und später auch Kollege von Sir John Forbes im Brompton Hospital, versuchte ein solches Instrument zu konstruieren. Sein trompetenförmiges Bruststück aus Mahagoniholz war an einer Verbindung festgeschraubt, an deren anderer Seite zwei gebogene Röhren aus Blei verbunden waren. Die zwei Bleiröhren konnten an die Ohren des Untersuchers angepasst werden. Dennoch gab es keinen anständigen Bügel und dieses primitive Instrument war insgesamt schwierig anzuwenden.

1851 demonstrierte Dr. Arthur Leared (1822-1879) seine modifizierte Version von Williams Stethoskop in der Great Exhibition in Hyde Park, London. Es bestand aus zwei Schläuchen

Stethoskop

aus Guttapercha, die auf der einen Seite mit dem Bruststück und auf der anderen Seite mit zwei kleinen Plättchen befestigt waren. Unglücklicherweise brauchte man drei Hände, um dieses Instrument zu nutzen.

Erst nach der Einführung von Kautschuk in den 1850er Jahren konnte ein angemessen verbessertes Modell entwickelt werden. Ein ausreichend guter Gummistoff war bis 1849 nicht erhältlich, nämlich bis Goodyear Schwefel dazuaddierte und so Kautschuk langlebiger machte. Die Erfindung des binauralen Stethoskops wird meistens Dr. George Philip Cammann (1804-1863) zugeschrieben. Er veröffentlichte 1853 die Spezifikationen für sein Modell, das aus zwei Bügeln aus Elfenbein, einem Bruststück aus Holz und einem Schlauch aus Gewebe bestand. Das ganze Gerät wurde durch ein breites Gummiband zusammengehalten. Es kam erst um 1890 zum Einsatz.

Trotzdem wurden monaurale Stethoskope lange Zeit nach Cammanns Erfindung noch benutzt. Mehrere Kliniker, wie Walter Hayle Walshe (1812-1892) aus Brompton, mochten die binauralen Instrumente nicht, da sie meinten, dass der Ton und die Qualität des Klangs geändert würden. 1902 schrieb E. H. Syer, dass die binaurale Form bis zu den 1880er Jahren in England nicht angewendet wurde. Bis 1910 wurde exklusiv das monaurale Stethoskop außerhalb der USA weltweit benutzt. Es wird spekuliert, dass das binaurale Stethoskop seine Popularität in den USA durch Sir William Osler (1849-1919) bekommen hat. In Europa bevorzugten die meisten Kliniker eine der mehreren Versionen von Laennecs Instrument.

Während des ersten Weltkrieges wurden mehr Stethoskope vom Cammann-Typ angewendet, während des zweiten Weltkrieges wurden jedoch von manchen deutschen Stabsärzten noch monaurale Stethoskope aus Metall verwendet. Ähnliche Instrumente russischer Herkunft wurden während des Koreakriegs benutzt. Bis in den 1980er Jahren traf man noch monaurale Metallstethoskope in den Kliniken für die Pränatalvorsorge und Geburtshilfe (Pinardstethoskop).

Mittlerweile wurden die meisten Modelle aus Tannenholz konstruiert; Rosenholz, Guajakholz und Mahagoniholz kamen auch zum Einsatz. Andere Stoffe waren Ebonit, Pappmaché und Glas. 1873 stellte Hawksley ein Metallstethoskop vor. 1876 schlug Hilliard ein Stethoskop vor, das am Kopf des Untersuchers befestigt werden konnte, damit mit beiden freien Händen die Perkussion durchgeführt werden konnte. Somerville Scott Alison (1813-1877) aus Brompton beschrieb ein „Hydrophon“; bei diesem Modell wurde eine kleine wassergefüllte Gummitasche zwischen Patienten und Bruststück gelegt. Vermutlich werden so die Klänge angereichert.

Stethoskop

1894 patentierte R. C. M. Bowles, ein Ingenieur aus Brookline, Massachusetts, die moderne Form eines Bruststückes mit Diaphragma, also ein Membranstethoskop. Das war eins der ersten Modelle, die eine Membran aus Celluloid oder Metall besaßen. Es wurde anfänglich als Phonendoskop oder Resonanzstethoskop beschrieben. Initial wiesen Membranen eine Bügeleisen-Form auf, später wurden sie rund.

Ein drehbares Bruststück wurde im Laufe der Zeit konstruiert. Seine doppelte Anwendung hatte zwei Vorteile. Erstens sind Modelle entwickelt worden, mit denen der Untersucher durch einen einfachen Drehmechanismus entweder die Membranseite oder die Trichterseite benutzen konnte. Darüber hinaus entwickelten sich Stethoskope, deren eine Seite kleiner war und in der Pädiatrie eingesetzt werden konnte.

Die Konstruktion einer Reihe von Stethoskopen stand im Dienst der Lehre. 1850 schlug Louis Théophile Joseph Landouzy (1845-1917) ein multiples Stethoskop vor. Sein Vorschlag namens „Stethograph“ war aber in der Zeit nicht realisierbar. 1907 koppelte Dr. Aitchison Robertson mehrere binaurale Schläuche an einem Aufhänger so dass zehn bis elf Personen gleichzeitig den gleichen Ton hören konnten. Dieses Instrument bewährte sich zu diesem Zeitpunkt zur Diagnosestellung und Verlaufskontrolle eines Aortenaneurysmas, wo eine häufige Untersuchung nicht zu empfehlen war.

1941 veröffentlichten M. B. Rappaport und Howard B. Sprague M.D. (1895-1970) aus Boston eine Arbeit über die physikalischen Gesetze der Auskultation. 1971 veröffentlichten Ertel und seine Kollegen zwei Arbeiten über die Akustik des Stethoskops. Seitdem wurden zahlreiche Studien durchgeführt, die sich mit der Akustik, mit der Länge des Schlauches und ihrem Einfluss auf die Untersuchung sowie mit dem Grad der Einwirkung des Durchmessers des Bohrlochs befassten.

In den 1950er Jahren entwickelte der Bonner Vater der Martini'schen Schule, Prof. Dr. med. Paul Martini (1889-1964), das nach ihm benannte Holzstethoskop mit einer Länge von 11 cm. Es besteht aus Buchenholz und ist bis jetzt das einzige Stethoskop geblieben, mit dem der Untersucher auch unter Anwendung der Ohrmuschel auskultieren kann – alle künftigen Modelle schalten die von der Natur vorgesehene Fähigkeit der menschlichen Ohrmuschel, in Schwingung zu kommen, aus. Prof. Martini lehrte junge Ärzte in seiner Schule erst, sich auf die Originalgeräusche mit dem bloßen Ohr oder mit dem Trichter zu konzentrieren und sich diese einzuprägen. Hierfür würde später die Auskultation pathologischer Geräusche besser gelingen.

Heutzutage werden, außer dem geburtshilflichen Pinardstethoskop, kaum mehr monaurale Stethoskope im klinischen Alltag eingesetzt.

1961 publizierte David Littmann M.D. (1906-1981), ein deutscher Kardiologe und Professor an der Harvard Medical School, seine Arbeit ‚An approach to the ideal stethoscope‘. So entwickelte sich das einfache Littmann-Stethoskop - ein weltweiter Standard. Das Schlauchsystem besteht aus einem Tygon-Schlauch; der Y-Abschnitt wird in eine Strecke zusammengeführt, die zu dem doppelköpfigen Bruststück führt. Es handelt sich um ein Doppelstethoskop, bei dem ein Drehmechanismus die Umschaltung von Membran auf Trichter erlaubt. Dr. Littmann verkaufte sein Patent an den Weltkonzern 3M in den USA. 3M investierte in die Herstellung und weltweite Vermarktung hunderte Millionen Dollar, eine Summe, die kein anderer Kleinserienhersteller sonst hätte aufbringen können.

Zur etwa gleichen Zeit begann die Fa. BonnaMed ihre Entwicklungsarbeit in Bonn. Ihr erstes erfolgreiches Doppeltrichterstethoskop namens VARIODUPLEX basierte auf den Erkenntnissen vom Bonner Professor Martini. [1] [4] [5] [6] [14] [16] [36] [37] [49] [50] [51] [52]

2.2 Physikalische Prinzipien

2.2.1 Schwingungen und Wellen

Bei Schwingungen und Wellen finden periodische Zustandsänderungen statt, die mechanische Systeme (im festen, flüssigen und gasförmigen Zustand) und elektromagnetische Systeme erfassen können. Im Allgemeinen wird Energie zwischen Energiereservoirs periodisch hin- und herbewegt. Systeme, die zu einem solchen periodischen Energieaustausch fähig sind, werden Oszillatoren genannt.

2.2.2 Schallwellen

Schallwellen sind definiert als die Ausbreitung mechanischer Schwingungen von Atomen und Molekülen in Materie. Schallwellen sind longitudinale Wellen, denn die Teilchen bewegen sich in Ausbreitungsrichtung. Die Schallausbreitungsgeschwindigkeit beträgt unabhängig von der Frequenz in trockener Luft ca. 340 m/s. In festen Körpern werden erheblich höhere Ausbreitungsgeschwindigkeiten erreicht (z.B. Knochenleitung).

Ein beachtlicher Teil von mechanischen Wellen drückt sich in akustischen Wellen aus, also in Schallwellen. In Gasen sind sogar nur diese möglich. In Flüssigkeiten oder Festkörpern können auch Transversalwellen (Querwellen) entstehen, welche sich seitlich zu der

Stethoskop

Fortschreitungsrichtung bewegen. Bei den Flüssigkeiten jedoch sind Transversalwellen nur an der Oberfläche möglich, da nur an der Oberfläche Verformungen aufgrund der Elastizität der Oberflächenspannung entstehen können. Unter der Oberfläche können nur Longitudinalwellen in Form von Druckwellen auftreten, wie sie auch in Gasen existieren. Diese Regeln gelten für alle mechanischen Wellen.

Schallwellen werden in folgende drei Kategorien aufgeteilt: Als Hörschall versteht man den Schall von 16 Hz bis 20000 Hz, was ungefähr dem maximalen Hörvermögen des menschlichen Gehörs entspricht. Den Schall, der unterhalb der 16-Hz-Grenze liegt, bezeichnet man als Infraschall, welcher sich in Schwingungen ausdrückt, die der Mensch durch den ganzen Körper wahrnimmt, der bei diesen Frequenzen mitschwingt und einem die Vibrationen vermittelt. Der Schall, der oberhalb von 20000 Hz liegt, wird durch die Bezeichnung Ultraschall definiert. Es wird nicht vom Menschen wahrgenommen, kann aber unter Umständen zu Zellschäden führen.

Ton: eine sinusförmige Schallwelle.

Klang: Grundton und Obertöne (ganzzahlige Vielfache des Grundtons).

Geräusch: ein Gemisch aus vielen Tönen, die nicht periodisch sind. [11] [18]

2.3 Aufbau und Funktion

Das moderne Schlauchstethoskop kann als eine in Schwingung gebrachte Luftsäule betrachtet werden. Die geringen Schwingungen zwischen dem Sender (Patient) zum Empfänger (Ohr des Diagnostikers) können mit möglichst geringem Verlust übertragen werden. Dabei ist die Abdichtung beider Öffnungen (Bruststück und Oliven) entscheidend für die Empfindlichkeit und die Lautstärke des Tons.

Das Schlauchstethoskop besteht aus 3 Teilen:

- Bruststück
- Schlauchsystem
- Bügel

2.3.1 Bruststück

Das Bruststück, auch Kopf eines Stethoskops genannt, ist das wichtigste und teuerste Teil eines Stethoskops. Es bestimmt die Empfindlichkeit, die Resonanz sowie die Frequenz; vom

Stethoskop

Auflagegewicht hängt die Resonanz des Schalls ab, vom Durchmesser die Frequenz. Man unterscheidet zwischen Trichter-, Membran- oder Doppelsystembruststücken.

Der Trichter kann mit der menschlichen Ohrmuschel verglichen werden; er nimmt Originaltöne über die gesamte Öffnung ohne Verzerrungen auf. Entsprechend den Aufgaben und den abzuhörenden Körperstellen werden kleine ca. 20 mm (Gefäß- oder Lungentrichter) oder bis zu 45 mm (Allgemeinauskultation) große Trichter verwendet. Alle gängigen Trichter besitzen lediglich einen harten PVC Ring, der die Schallwellen eher dämpft als verstärkt, da es in den 1960er Jahren außer Gummi keine flexiblen Materialien gab, die ein dichteres und sanfteres Aufsetzen des Trichters auf die Patientenhaut ermöglichten.

Großer Vorteil der Membran ist, dass sie ein geschlossenes System darstellt. Außerdem lassen sie sich Membrane einfach und günstig herstellen, sind preiswert und vor allem gegenüber dem harten Trichter wesentlich lauter. Aus diesem Grund hat sich die Ansicht durchgesetzt, dass Membranen für hohe Frequenzen zu nutzen sind, Trichter für die tiefen.

In der Praxis zeigt sich jedoch das Umgekehrte. Membranen verzerren den Ton zum Tieferen hin. Beweisend dafür ist ein einfacher Klopfest. Liegt man ein Doppelsystem-Bruststück in die linke Faustfläche hinein und klopft man oder streicht man mit dem Finger der rechten Hand den linken Handrücken, während man die Stethoskopseiten wechselt, dann kann man feststellen, dass der Ton, der von der Membran aufgenommen wird, wesentlich tiefer als der vom Trichter aufgenommene ist. Entscheidend sind jedoch die Erfahrung, die Präferenz sowie das Hörvermögen des einzelnen Diagnostikers.

Das am häufigsten verwendete Membranenmaterial besteht heutzutage aus strapazierfähigen Glas- oder Carbonfasern von 20-25 mm Stärke. Die Frequenz und die Empfindlichkeit lassen sich von dem Durchmesser bestimmen; für Kleinkinder haben sich 25 mm, für Schulkinder 35 mm und für Erwachsene 45 mm große Membranen durchgesetzt.

Wie schon erwähnt, entwickelte Josef von Škoda (1805-1881), Professor der Pathologie an der Universität Wien, die Untersuchungsmethoden der Perkussion und Auskultation weiter und beschrieb somit die Herztöne. Die 5 in der neuen Medizin bekannten Hörpunkte liegen zwischen den Interkostalräumen des Brustkorbs. Bei normalen Membranen wird der Ton bei Andruck durch Dämpfung verändert. N. Fassbender entwickelte dafür die sog. Intercostalmembranen. Nach dem Grammophonprinzip wird ein Plastikknopf auf die Mitte der Membran gesetzt. Der Vorteil dieser Schwingknopfmembran ist die genaue Auskultation

Stethoskop

zwischen kleinsten Räumen sowie die erhaltene Fähigkeit zu Vor- und Rückwärtsschwingung der Membran.

2.3.2 Schlauchsystem

Es wird zwischen Y- und Doppelschläuchen unterschieden sowie zwischen Fest- und Klappbügel mit 5 oder 7 mm dicken Rohren. Die Erfindung des integrierten Schlauchsystems mit einer innenliegenden Feder hat diesem Modell zum Durchbruch verholfen.

Da das Hörvermögen in jedem Ohr variiert, wäre es optimal, mit einem Doppelschlauchsystem zu auskultieren, da die Schallleitung im Y-System Verluste im Bereich der Bifurkation aufweist, während beim Doppelschlauchsystem die Schwingungen unbehindert bis zu den Ohren des Untersuchers weitergeleitet werden. Allerdings sollte bei einem Doppelschlauchsystem darauf geachtet werden, dass die beiden Schläuche einzeln in der Schallkammer münden, sonst wird die Stereophonie aufgehoben. Es hängt aber vor allem von der Gewohnheit und der Erfahrung des Diagnostikers ab.

2.3.3 Bügel

Das Bügelsystem besteht aus den zwei Bügeln und den draufgesetzten Oliven. Trotz der Produktion weicher und für das Ohr schonender Oliven kann der erhöhte Druck, den die Bügelfelder auf den Gehörgang üben, im Laufe der Jahre zu erheblichen Veränderungen führen. Eine Lösung dafür stellen die Klappbügel mit entsprechend breiten Feldern dar. [1] [15] [51]

2.4 Auswahl Stethoskope

2.4.1 VARIODUPLEX

Mitte des 20. Jahrhunderts wurde zum Großteil mit Trichterstethoskopen gearbeitet. Zu dieser Zeit war der 20 mm große Snoften- oder Fordtrichter weit verbreitet – aus diesem entwickelte Herr Zanker von der Fa. KaWe in Stuttgart den ersten flexiblen Gummitrichter namens Multiphon. Es war gegenüber dem eingeführten Supraphon Membranstethoskop eine gute Alternative.

Da Nikolaus Fassbender jun. vom Bereich des Lautsprecherbaus kam, befasste er sich mit der Konstruktion eines offenen Trichters. Hinzu kamen die jahrzehntelang von Prof. Martini

Stethoskop

gesammelten klinischen Erfahrungen – darin, Patienten mit dem Ohr oder Holzstethoskop abzuhören, um sich die originalen, unverzerrten Auskultationstöne einzuprägen.

Zunächst entstand das erste Trichterstethoskop, nämlich ein Kindertrichter mit dem Durchmesser von 20 mm, der auf den Schlauchansatz der Multiphons passte. Im Laufe der Zeit wurde aber festgestellt, dass alles, was nicht am Bruststück fest verankert ist, im klinischen Alltag verloren geht.

So kam Nikolaus Fassbender jun. 1968 auf die Idee, einen Doppeltrichter aus zwei unterschiedlichen und in der Richtung verstellbaren Trichtern zu konstruieren. Durch die doppelte Schallleitung zu beiden Ohren war dieses Modell unerreicht in Lautstärke und Originalton. Besonders hervorzuheben ist der zentrale direkte Schallzugang ohne Winkel und Umleitungen, den es heutzutage nur noch bei wenigen Modellen gibt. Somit können die Auskultationstöne direkt zu den Ohren des Diagnostikers – und somit ohne Verlust – geleitet werden.



[Abb. 1] KaWe VARIODUPLEX-Stethoskop nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

Allein von Bonn aus wurden bis Ende der 1980er Jahre über 2000 VARIODUPLEX verkauft. Das VARIODUPLEX war 37 Jahre später Vorbild für den heutigen SATELLIT-Doppeltrichter.

[1]

2.4.2 KINDERSTETHOSKOP

Das KINDERSTHETOSKOP entstand als Idee für ein Parallelinstrument oder Partnerinstrument für den SATURN. Dieses bedeutete ein Stethoskop gezielt für Kinder, das eine Kugel mit einem Gesicht haben würde.

Die Idee bestand darin, die Kugel als Stethoskopkopf zu bauen, den bewährten 20 mm flexiblen Petitphontrichter zu verwenden und ihn mit einem echten Doppelschlauchsystem zu verbinden.

Die Kugel wurde vergoldet, als Kontrast dazu wurde der Metallpuffer schwarz vernickelt und mit zwei Augen dekoriert. Auf dieser Art war ein kinderfreundliches Stethoskop auf den Markt zu bringen.



[Abb. 2] KaWe KINDERSTETHOSKOP nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

Das Kinderstethoskop wurde bis Ende der 1980er Jahre weltweit (bis Japan) verkauft und gut aufgenommen. [1]

2.4.3 PLANET

Nach dem großen Erfolg des VARIODUPLEX-Stethoskops in Europa und Amerika ist 1984 der PLANET entwickelt worden. Hauptmerkmal des innovativen Stethoskops sind seine zwei gleich großen Stethoskopseiten mit zwei verschiedenen Frequenzbereichen und unterschiedlicher spezifischer Empfindlichkeit.

Die Idee war, eine Membranseite und eine Seite mit einem PVC-Aufsetztrichter gegeneinander zu setzen. Durch einen einfachen Drehmechanismus werden sie mit und gegen den Uhrzeigersinn verstellt und so wird die jeweils andere Seite „freigegeben“.

Die freischwingende Hochleistungsmembran ist für feine Auskultationsgeräusche ausgezeichnet und macht Töne selbst unter einer Hautschicht von 120mm wahrnehmbar.

Der weiche, flexible Flachtrichter erlaubt die Auskultation der Töne ohne Verzerrungen und bietet eine Vollisolation zwischen Patienten und Arzt, was einen Rückkopplungskreis verhindert. Zusätzlich verhindert die Konstruktion der exzentrischen, 5 mm hohen Schallkammeröffnung deren Verschluss durch die Haut des Patienten.



[Abb. 3] KaWe PLANET Stethoskop nach Fassbender, Bildersammlung Nikolaus Fassbender jun.

Die Massivität und das hohe Auflagegewicht des Bruststücks von 140 g bei nur 20 mm Höhe vermeiden künstliche Fingergeräusche und erzeugen eine gute Resonanz. Die zusammenlegbaren Klappbügel mit drehbaren Oliven leisten einen guten, schmerzfreien Abschluss im Ohr und verhindern die Entstehung von Reibegeräuschen. [1]

2.4.4 KINDERPLANET

Speziell für die Pädiatrie entstand in Anlehnung an das bewährte VARIODUPLEX eine kleinere Version mit einem zentralen Trichterteller mit 20 mm Durchmesser und einem 35 mm großen Trichter.

Auf der Trichterseite wurde von der Fa. KaWe ein spezieller Aufsetzteller gefertigt, an den der flexible Petitphontrichter aufgezogen werden konnte.

Die Membranseite wurde mit der Kindermembran ausgestattet. Trotz der guten Mechanik konnte sich aber das Stethoskop nicht durchsetzen. Es war vom Auflagegewicht zu schwer und diente allenfalls Allgemeinärzten zur gelegentlichen Auskultation von Kindern. [1]



[Abb. 4, 5] KaWe KINDERPLANET-Stethoskop nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

2.4.5 KOMET

Das KOMET wurde speziell für die Mediziner entwickelt, die aus Gewohnheit mit nur einer Stethoskopseite arbeiten möchten.

Einerseits spielen die Gewohnheit – mit welchem Stethoskop man sich die Auskultationstöne eingeprägt hat – so wie die Umstände, unter welchen die Untersuchung abläuft, eine große Rolle. Andererseits war der amerikanische Einfluss durch die Littmann-Stethoskope nicht zu unterschätzen.

Gegen diesen Trend, nur mit Membranstethoskopen zu arbeiten, konnte durch diese Konstruktion vielen Anhängern der Martini'schen Schule ein adäquates Modell geliefert werden.



[Abb. 6, 7] KaWe KOMET-Stethoskop nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

Das KOMET ist in kleinen Sonderserien gefertigt und ausschließlich in Bonn verkauft worden. Es zeichnete sich besonders durch seine Robustheit aus. Jede einzelne Stethoskopseite besitzt die hervorragenden Eigenschaften des PLANET. [1]

2.4.6 ORBITchen & ORBIT

Auf der Suche nach einer Membran, mit der die Herzabhörpunkte in den Interkostalräumen leichter zu finden sind, wurden die Stethoskope ORBITchen und ORBIT erfunden.

Ein Schwingkopf in der Mitte der Membran diente dieser Funktion. Unter Verwendung eines ähnlichen Prinzips wie beim Grammophon werden die Schwingungen über die Membranmitte mit höchster Empfindlichkeit ins Ohr übertragen.

Um die Membran kinderfreundlicher zu machen, wurde aus dem Schwingkopf eine Nase gemacht und auf die Membran ein Gesicht gemalt. So entstand die sog. Kindermembran, die in zwei Größen gefertigt wird, 35 mm und 45 mm.



[Abb. 8] KaWe ORBITchen-Stethoskop nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen



[Abb. 9] KaWe ORBIT-Stethoskop nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

Das Stethoskop hat ein umschaltbares Doppelkopf-Edelstahlbruststück mit Trichter (25 oder 30 mm) und Membranseite (35 oder 45 mm). Neben der ansprechenden Kindermembran wurden alle ORBIT- und ORBITchen-Stethoskope mit Farbringen ausgestattet, die an den Ohrbügelröhren befestigt wurden. [1]

2.4.7 TRABANT

Aus dem KaWe-Modell Petiphon, welches nur mit einem Doppelschlauchsystem angefertigt wurde, ist das Konzept des TRABANT-Neonatologie-Stethoskops entwickelt worden.



[Abb. 10] KaWe TRABANT Stethoskop nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

Das Stethoskop dient über ein Einzelschlauchsystem und einen flexiblen 20 mm Gummitrichter der kardiologischen Untersuchung von Säuglingen und Frühgeborenen. [1]

2.4.8 MONOLIT

Nach dem großen Erfolg des Pufferhammers POLARIT ist das dazu passende Stethoskop MONOLIT geschaffen worden. Am Kopf des Hammers wurde ein Stethoskopteller aus Messing angebracht.



[Abb. 11] KaWe MONOLIT-Stethoskop nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

Durch sein hohes Auflagegewicht und seiner großen Ausführung mit einer neuen Kohlefasermembran weist es eine hohe Empfindlichkeit auf, die sogar Tierärzten die kardiologische Untersuchung von großen Tieren erlaubt. [1]

2.4.9 TRISAT

Als Nachfolger und verbesserte Version des VARIODUPLEX Stethoskops wurde 1990 das TRISAT-Stethoskop entwickelt. Durch eine besondere und technisch aufwendige Mechanik werden ein Gefäßtrichter, eine 40 mm große Membran und ein PVC-Trichter in einem Dreifachstethoskop kombiniert.



[Abb. 12] KaWe TRISAT-Stethoskop nach Fassbender, Bildersammlung Nikolaus Fassbender jun.

3 Reflexhammer

„Einige Hämmer glichen allen Arten von Miniaturen mittelalterlichen Waffen: Hellebarden, Streitäxten - Symbolen des Kampfes gegen die Krankheit und Unordnung; Zauberstäben, T-förmig, L-förmig und kugelförmig, gekippt oder umgürtet mit elastischen Ringen, einige auch als universelle Werkzeuge gebaut.“

Francis Schiller (1967)

In Laufe der Zeit hat sich der Reflexhammer, nach dem Stethoskop, als zweitwichtigstes diagnostisches Instrument etabliert. Der Reflexhammer ist sicherlich das universale Symbol des Neurologen und der Sehnereflex eine der wichtigsten Komponenten der neurologischen Untersuchung.

3.1 Historie

Es gibt dokumentierte Beweise, dass der amerikanische Neurologe Silas Weir Mitchell M.D. (1829-1914) schon 1859 die Antwort der Muskeln auf das Beklopfen mit einem Reflexhammer beschrieben hat und dass sich viele Kliniker schon dieses Phänomens bewusst waren.

„Mit jedem Schlag kann ein eigenartiges Jucken oder Kribbeln an der Sehne wahrgenommen werden.“ So wurde das Gefühl berichtet, als 1875 die ersten systematischen Studien über den Patellarreflex von den deutschen Ärzten Wilhelm Erb (1840-1921) und Carl Westphal (1833-1921) durchgeführt wurden und zum ersten Mal der Reflexhammer an die Patellarsehne appliziert wurde. Trotzdem hatte der gut ausgestattete Arzt schon einige Zeit, bevor das oben genannte Zitat von Wilhelm Erb im Westphals Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten erschien, eine Variante des Reflexhammers in seiner Kitteltasche getragen.

Reflexe stellten ein Novum in den 1870er Jahren dar. Trotzdem wurde der Reflexhammer überraschenderweise schon früher zur Diagnostik von Krankheiten eingesetzt. Noch überraschender wurde er eher zur Diagnostik von Gehirnerkrankungen als beispielsweise von Krankheiten des Abdomens oder des Thorax verwendet, und zwar eher bei Rindern als bei Menschen.

Sir William Gowers (1845-1915) kreierte in seiner jetzt sehr berühmten Arbeit, A Manual of Diseases of the Nervous System (1886-1888), den Term „knee-jerk“ (Knie-Zuckung). Er berichtete, dass der Reflex mit der Außenkante der Hand ausgelöst werden könne. Trotzdem schrieb er: „Ab und zu, wenn auch sehr schwach, kann ein Perkussionshammer oder ein

Stethoskop mit einem Radiergummi-Rand am Bügel, den Reflex einfacher auslösen.“ Auf einer begleitenden Skizze kann der Hammer, den Gowers benutzt, als der von einem anderen Arzt aus London, Dr. Henry Vernon, in The Lancet beschriebene Hammer erkannt werden.

1858 präsentierte Dr. Henry Vernon im Great Northern Hospital den sog. Vernon Hammer. Der erste Perkussions-Hammer bestand aus einer Perlmutterkugel (Gewicht 1 Unze), die an einen aus Walfischknochen gefertigten Stiel befestigt wurde.

Gerade als Gowers diesen Hammer für den sog. „knee-jerk“ adaptierte, entwickelte Jean-Martin Charcot (1825-1893) den Skoda-Perkussion-Hammer. Aber beide Hämmer waren nur für die Thoraxperkussion gedacht.

Wie oben beschrieben steht als Vater der Perkussion Leopold Edler von Auenbrugger. Seine Beschreibung und Weiterentwicklung der indirekten Perkussion wurde von französischen Ärzten Napoleons angenommen und verfeinert.

20 Jahre später, 1828, publizierte Pierre Adolphe Piorry (1794-1879), ein Arzt aus Frankreich, sein Buch „De la percussion mediate et des signes obtenus a l'aide de ce nouveau moyen d'exploration, dans les maladies des organes thoraciques et abdominaux.“

In diesem Buch beschrieb Piorry zwei Instrumente, die der Perkussion dienten, einen Hammer und einen Resonator. Der Resonator wurde Pleximeter benannt und war für den Autor das wichtigere der beiden Instrumente. Es war ein kleiner Teller, meistens aus Elfenbein, der auf den Brustkorb gelegt und dann geschlagen wurde. Piorry war der Meinung, dass der Hammer unabdingbar für eine direkte Perkussion des Thorax war. Solange der Pleximeter als Resonator benutzt wurde, konnte ein Finger das Klopfen übernehmen.

Als Bezugsquelle für den Reflexhammer nennt Piorry einen von Maria Theresias Ärzten und zwar Gerard van Swieten (1700-1772), einen holländischen Arzt der Boerhaave'schen Schule in Leiden. Van Swieten, einer der engsten Schüler Boerhaaves, wurde Maria Theresias vertrauter Berater. Er durfte, ja, er wurde sogar dazu ermutigt, die Wiener medizinische Fakultät so wie den medizinischen Dienst der österreichischen Armee zu revolutionieren.

Van Swietens professionelle Eminenz entwickelte sich von Auenbruggers Einleitung von seinem eigenen Inventum Novum. Van Swietn wendete nämlich Auenbruggers Theorie auf den menschlichen Schädel an.

Van Swieten nennt als seine Inspirationsquelle einen schweizerischen Arzt, Johann Jakob Wepfer (1620-1695) aus Schaffhausen, berühmt für die Erkenntnis, dass die Apoplexie ein Resultat einer hämorrhagischen Blutung im Gehirn ist. In dem gesammelten Material über interzerebrale Erkrankungen beobachtete und untersuchte Wepfer mit Parasiten infizierte Kuhhirten, indem er sie mit einem Holzhammer an den Schädel schlug und daraufhin eine Schädeltrepanation durchführte.

Folglich verdanken wir die Reflexhämmer den helminthischen Parasiten, wie zum Beispiel den bekannten Echinokokken. Sie präsentieren sich als intestinale Würmer oder Zysten in verschiedenen Organen des Körpers von Haustieren und Menschen.

Taenia multiceps, jetzt bekannt als *Hydatis polycephalus cerebralis*, was Coenurosis verursacht, gilt heute als fast ausgestorben. Diese Hydatide führt zu enormen Hohlräumen in den Gehirnen von Rindern und Schafen und kann bis zu einem obstruktiven Hydrocephalus führen. Der Mensch wird extrem selten infiziert. Die Erkrankung, die man schon für ausgestorben hielt, brach 1959 in der Schweiz wieder aus. Die Infektion wurde wie folgt beschrieben: Die Vergrößerung des Gehirns der infizierten Tiere trennt die Knochen des Schädels an den Schädelnähten auseinander. Die Perkussion des Schädels löst den in der Pädiatrie sogenannten „crackes pot sound“ oder „Macewen’s sign“ aus. Um das Geräusch bei Kindern auszulösen, reicht die Fingerkuppe. Bei Haustieren war dagegen ein Hammer nötig.

Kliniker des achtzehnten Jahrhunderts sahen trotzdem keine Notwendigkeit für das Verwenden dieser Instrumente in der klinischen Untersuchung des Menschen. Es blieb Piorry und seinen Zeitgenossen des 19. Jahrhunderts, wenn auch etwas widerwillig, der Einsatz von Instrumenten überlassen. Heutzutage wird die direkte Perkussion des Thorax mit dem Finger geführt, aber für mehrere Dekaden blieb der „Perkussor“ eins der Hauptinstrumente der Kliniker.

1841 präsentierte der deutsche Kliniker Max Wintrich (1812-1842) den ersten eleganten Reflexhammer in Europa. Beruhend auf diesem Hammer wurden in Europa viele Anpassungen an das originale Instrument durchgeführt. 1901 stellte der deutsche Professor und Direktor der Neurologie am St. Georg Krankenhaus in Hamburg, Ernst Troemner (1868-1930) seinen Reflexhammer vor, der großen Erfolg in den USA und in Europa erlangte. Der aus Metall hergestellte Hammer wiegt 100 g, ist 22 cm lang und besitzt einen Schlagkopf von 8 cm Breite mit Gummipuffern an den beiden Schlagenden. Der große Schlagkopf dient der Untersuchung größerer Sehnenreflexe (PSR, ASR, TSR) sowie der Untersuchung von Gelenkreflexen, wo ein

kleinerer Reflexhammer oft schmerzhaft sein kann. Der kleine Kopf dient der Untersuchung von Flexorenreflexen (BSR). Gemäß Prof. Troemner hatte sein Hammer auch den Vorteil, dass der glatte Griff sehr schnell und einfach gesäubert werden und auch als Mundspatel benutzt werden konnte.

1910 stellte ein anderer deutscher Neurologe seine Version des Reflexhammers vor. Dr. Bernhard Berliner (1885-1976), der es nicht für elegant gehalten hatte, die Reflexe mit einem Briefbeschwerer, mit einer Tischlampe oder ähnlichen Geräten zu untersuchen, konstruierte einen Axt-förmigen Hammer mit einer Schlagseite, die am Rand mit Gummi bezogen ist. Er meinte, sein Hammer erlaubt sogar das Auslösen des Achillessehnenreflexes durch die Stiefel des Patienten hindurch.

In den Vereinigten Staaten war allgemein anerkannt, dass Dr. John Madison Taylor (1855-1931) den ersten „neurologischen Hammer“ entworfen hatte. Taylor präsentierte 1888 seinen berühmten dreieckförmigen Hammer mit einem Schlagkopf aus Gummi, während er als persönlicher Assistent für den prominenten Neurologen S. Weir Mitchell arbeitete. Dieser Hammer wurde später in das offizielle Logo der American Academy of Neurology einbezogen.

Später wurden mehrere „universale Instrumente“ entwickelt. Das erste wurde von William Krauss (1863-1909) aus New York entworfen und 1894 präsentiert. Der Krauss-Hammer enthält einen großen Umfang von Utensilien, um mehreren sensorischen Untersuchungen zu dienen.

1927, während eines Besuches in Europa, war Dr. Henry W. Woltman (1889-1964) von der Mayo Clinic in Ronchester, Minn., USA, vom Troemner-Hammer so beeindruckt, dass er mehrere Hämmer als Geschenke für seinen Kollegen kaufte. Seitdem wurde der europäische Troemner-Hammer etwas wie eine Tradition der Mayo Clinic.

In London wurde der Vernon-Hammer schließlich von der neuen Version des „Queen-Square“-Hammers nach und nach verdrängt. Macdonald Critchley M.D. (1900-1997), britischer Neurologe, berichtete, dass man diesen Hammer einer Miss Wintle, Oberschwester der Physiotherapie und Radiologie im Queen Square Hospital – auch bekannt als Sister Electrical, verdanke. Gemäß Critchley hatte sie die Idee, ein rundes Pessar um ein Rad aus Messing anzubringen und das an einem Stab aus Bambus zu befestigen. Das Resultat war ein schwerer, elastischer und harmloser Hammer. Für lange Zeit produzierte sie den Hammer selbst und verkaufte ihn an Studenten im Aufbaustudium für vier Schillinge pro Stück.

Reflexhammer

1912 verfeinerte der französische Neurologe Joseph Babinski (1857-1932) den Queen-Square-Hammer, indem er als Schlagfläche einen Metallring nutzte und den Griff aus Metall konstruieren ließ.

1960 wurde vom Prokuristen Buck sein nach ihm benannter Hammer hergestellt. Zwei Schlagseiten, leicht und handlich; besitzt Pinsel und Nadel und galt damals als das erste gut angepasste neurologische Besteck. [1] [7] [8] [17] [18] [19] [20] [21] [22] [23] [24] [53]



[Abb. 13] NEUROFLEX-Hammer **[Abb.14]** DUPLOFLEX-Hammer, Sammlung Prof. Florian Heinen



3.2 Physikalische Grundlagen

3.2.1 Impuls

Unter dem Impuls p eines Körpers versteht man das Produkt aus seiner Masse m und seiner Geschwindigkeit v , also $p = m \cdot v$.

3.2.2 Stoßprozesse

Bei einem Stoßprozess berühren sich zwei oder mehr Körper kurzzeitig unter Änderung ihres jeweiligen Bewegungszustandes. Kennzeichnend sind die Einmaligkeit und die im Vergleich zur gesamten Beobachtungsdauer kurze Kontaktzeit der beteiligten Körper. In dieser Wechselwirkungszeit treten verhältnismäßig große Kräfte auf. Die Bewegung mindestens eines der beteiligten Körper ändert sich abrupt.

3.2.3 Elastischer Stoß (Idealelastischer Stoß)

Zwei Körper prallen aufeinander und trennen sich anschließend wieder. Die Körper bewegen sich in unterschiedliche Richtungen nach dem Aufprallen voneinander weg. Es tritt kein Verlust an kinetischer Energie auf, die Energie bleibt somit für die Bewegung erhalten und wird nicht in der permanenten Verformung der Körper "verbraucht". Beim elastischen Stoß entsteht also kein Energieverlust.

Für ein Zeitintervall kurz vor und kurz nach dem Stoß sind die Änderungen der potentiellen Energien der Stoßparameter und die Reibungsverluste vernachlässigbar gegenüber den kinetischen Energien; für den Stoßzeitraum ist das System abgeschlossen und ohne Einwirkung äußerer Kräfte. Zwischen den Geschwindigkeiten der Stoßparameter vor dem Stoß v_1 und v_2 und nach dem Stoß v_1' und v_2' besteht nach dem Impulserhaltungssatz der Zusammenhang: $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$.

Sind die Massen der Stoßpartner gleich, so tauschen die beiden Körper Geschwindigkeit, Impuls und kinetische Energie aus; war vor dem Stoß der gestoßene Körper in Ruhe, so ist nach dem Stoß der stoßende Körper in Ruhe. Stößt ein schwerer Körper einen leichten, dann bewegen sich beide nach dem Stoß in der gleichen Richtung weiter. Ist dagegen die Masse des gestoßenen Körpers größer als die des stoßenden, so wird der stoßende Körper reflektiert, und nach dem Stoß laufen die Körper entgegengesetzt auseinander. Kollidieren Körper extrem unterschiedlicher Massen, dann wird beim elastischen Stoß der stoßende Körper vollständig

reflektiert. Er behält seine kinetische Energie; der Impuls und die Geschwindigkeit sind nach dem Stoß entgegengesetzt zur Einfallsrichtung gerichtet.

3.2.4 Plastischer (inelastischer) Stoß

Wenn der Stoßvorgang nicht mehr elastisch erfolgt, dann gilt der Energieerhaltungssatz der Mechanik nicht mehr. Ein Teil der kinetischen Energie wird in andere Energieformen umgewandelt. Darunter versteht man einen Aufprall, bei dem beide Körper sich danach beispielsweise zusammen weiterbewegen, sich also nicht trennen. [25]

3.3 Aufbau und Funktion

Jeder Reflexhammer besteht aus einem

- Schlagkopf
- Hammerstiel
- Hammergriff

3.3.1 Schlagkopf

Es gibt unterschiedliche Schlagköpfe mit verschiedenen Schlagflächen; eine oder zwei Schlagflächen, scheibenring- oder pufferringförmig. Die Kopflastgewichte variieren je nach Fachrichtung und je nach Aufgabe des Reflexhammers zwischen 50 und 180 g.

3.3.2 Hammerstiel

Konstruiert aus starrem oder flexiblem Material (Metall oder Kunststoff), meistens zwischen 10 und 15 cm Länge.

3.3.3 Hammergriff

Die Griffe können rund oder kantig sein, massiv oder hohl, aus Metall oder Kunststoff, zwischen 15 und 25 cm lang, glatt oder geriffelt, mit oder ohne Pinsel im Griffende. Das Griffende ist meistens mit einer Babinskispitze ausgestattet.

Der Reflexhammer dient der neurologischen Untersuchung. Je nach Art des Hammers kann der Kliniker Reflexe auslösen, die verschiedenen Sensibilitätsqualitäten überprüfen sowie, falls vorhanden, einen Babinksiereflex auslösen.

Reflexhammer

1982 zeigte ein Versuch von N. Fassbender jun. zusammen mit einem Arzt des Universitätsklinikums Gießen, dass das Mindestgewicht eines Schlagkopfes 80 g und der Minstdurchmesser der Schlagfläche 20 mm sein sollte, um eine genaue und aussagekräftige neurologische Untersuchung (Kinder von 6 Jahren an) durchzuführen.

Empfohlene Kopflast für verschiedenen Disziplinen und Altersgruppen:

Neugeborene und Säuglinge (bis ca. 2 Jahre) Kopflast ca. 50 g

Kleinkinder (zwischen dem 2 und 6 Lebensjahr) Kopflast ca. 60 g

Kinder (ab dem 6. Lebensjahr) , Jugendliche und Erwachsene Kopflast zwischen 90 und 120 g
[1][15]

3.4 Auswahl Reflexhämmer

3.4.1 VARIOFLEX

VARIOFLEX, der erste Kombinationshammer mit Nadel, Pinsel und zwei verschiedenen Schlagseiten, entstand aus der Mischung der Berliner Scheiben- und Buck-Pufferhämmer und diente als Vorbild für viele weitere Modelle.



[Abb. 15] KaWe VARIOFLEX-Reflexhammer nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

Die Idee zur Konstruktion des VARIOFLEX-Hammers kam 1963 von Studenten des 1. klinischen Semesters. Sie hatten beobachtet, dass der Troemnerhammer zu schwer, der Berliner Hammer einseitig und der Buck-Pufferhammer zu leicht waren. Die Anerkennung des im klinischen Alltag sehr nützlichen Hammers kam schnell. Über 7.000 Modelle wurden in den nächsten Jahren in der Praxis eingesetzt.

3.4.2 MINIFLEX

Eine gewisse Zeit etablierten sich die schweren Hämmer auf dem Markt, aber es war auch ein Trend zu einem kleinen und einfach zu transportierenden Taschenhammer unverkennbar. 1983 kam N. Fassbender auf die Idee, eine Gummikugel als Kopf zu nutzen und diese an eine schwingende Stahlklinge mit dem Griff zu befestigen. Damit der Hammer auch problemlos in der Kitteltasche transportiert werden konnte, wurde das Oberteil wie bei einem Taschenmesser eingeklappt.

Der Gummikugelhkopf wog nur 70 g und die Kugel hatte einen Durchmesser von 30 mm.

Das Besondere an diesem Modell ist, dass es sowohl eine flexible als auch eine starre Schlagseite hat. Es wurden 100 Stück gefertigt. Das letzte befindet sich in der Sammlung von Prof. Dr. med. Heinen in München. [1]



[Abb. 16, 17] KaWe MINIFLEX-Reflexhammer nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen



3.4.3 SATURN

Die Idee für diesen Reflexhammer entstand im Jahr 1984, als N. Fassbender auf der MEDICA-Messe drei verschiedene Reflexhämmer in der Hand hielt, und zwar einen Buckhammer, einen Babinskihammer und einen MINIFLEX-Kugelhammer.

So war die Idee geboren, die Kugel selbst als Schlagkopf zu nutzen.

Im September 1984 kam von Georg Kirchner das Muster des neuen Kugelhammers. 50 Hämmer mit einem Schlagkopf in Form einer Kugel aus Messing sind gleich fertiggestellt worden. Dieses neue Modell wurde SATURN benannt.

Gleichzeitig wurde von der KaWe ein neuer flexibler Ganzkunststoffgriff hergestellt, an dem die 115 g schwere Messingkugel befestigt war. Der neue Hammer wurde 1986 beim 1. Weltneurologenkongreß nach dem Krieg in Hamburg, Deutschland, als Neuheit präsentiert. Da bis dahin für Reflexhämmer keine flexiblen Griffe verwendet worden waren, bestanden anfangs Zweifel. Nach dem erfolgreichen Einsatz des Hammers wurde er jedoch breit akzeptiert. [1]



[Abb. 18] KaWe SATURN-Reflexhammer nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

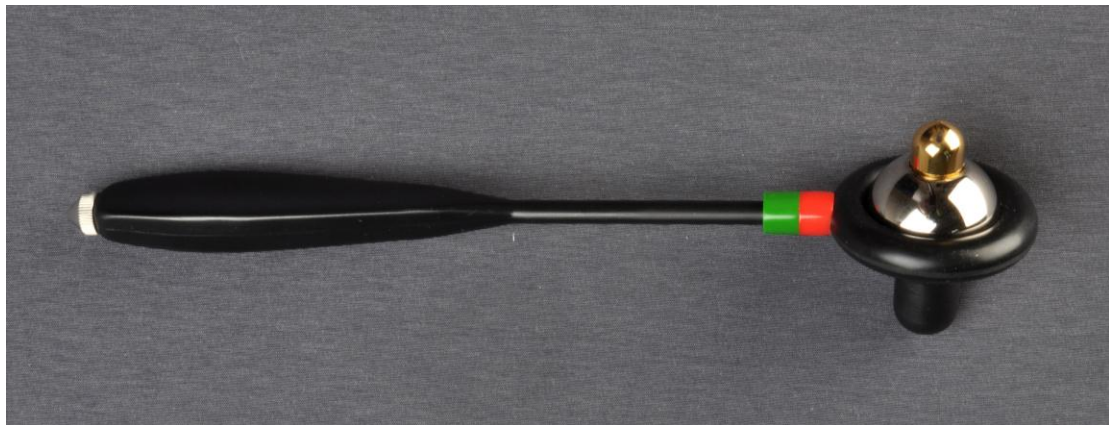
3.4.4 ZENIT

Wenige Monate nach dem Erfolg des SATURN erschien ein neuer Reflexhammer, der alle innovativen Eigenschaften des Vorläufermodells besitzt und viele neue beifügt.

Nach Anmerkungen und Hinweisen von einem Neurologen namens Dr. Herzmann ließ sich einer der Gummipuffer durch einen Metallpuffer ersetzen.

Da fehlte nur noch die damals wichtige Sensibilitätsnadel. Im Griffende war bereits ein Pinsel platziert. Der hohle Metallpuffer im Kugelkopf bot dafür genügend Platz. So wurde eine Nadel an der Innenseite des Gummipuffers befestigt und der Gummipuffer frei beweglich gemacht.

Dieses neue Modell bot jetzt 4 zusätzliche neurologische Funktionen, nämlich die Kalt/Warm- und die Spitz-Stumpf-Differenzierung.



[Abb. 19] KaWe ZENIT-Reflexhammer nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

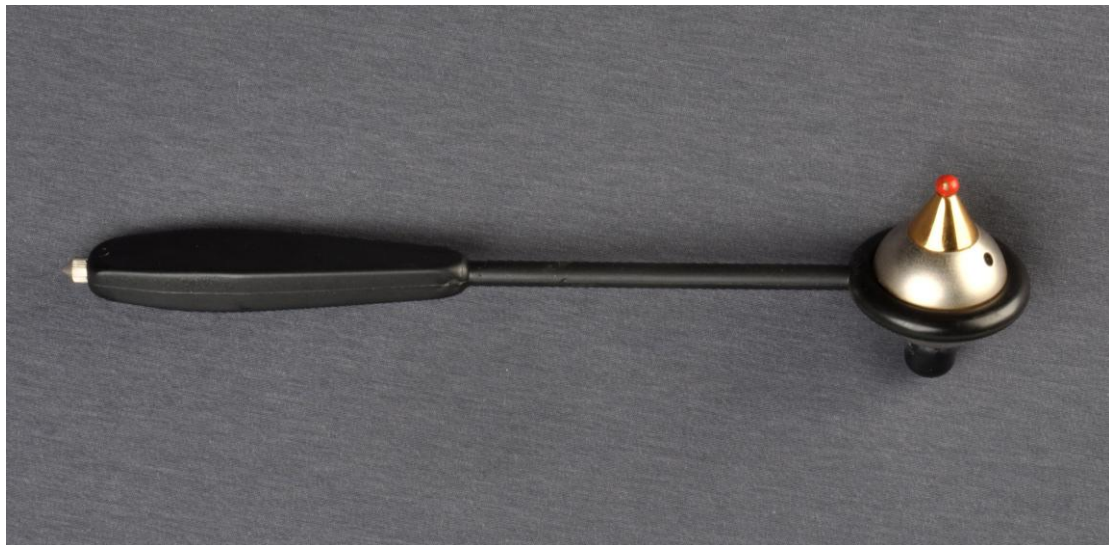
So entstand der ZENIT, ein Durchbruch-Universalhammer mit 10 neurologischen Funktionen sowie 2 globalen Neuheiten: nämlich einer zentralen Kopflast von 115 g und einem flexiblen Kunststoffgriff. Seinen Namen schuldet der Hammer Dr. Herzmann, dessen Initialen er auch trägt. [1]

3.4.5 KINDERHAMMER

Die Idee für den KINDERHAMMER entstand nach Überlegungen und Bemerkungen, dass große Hämmer, wie z.B. der Troemner Hammer, bei den Kindern Furcht und Schmerz verursachen.

Der erste Versuch, einen kinderfreundlichen Hammer zu erzeugen, ergab sich aus der Kombination vom NEUROFLEX und einer Glocke. So wurde ein Hammer entwickelt, der mit jedem Schlag klingelte. Da aber ein Kinderarzt täglich viele Patienten untersuchen soll, hat der Ton der Glocke nach einer gewissen Zeit gestört.

Als 1984 die ersten Kugelhämmer auf dem Markt erschienen, war es nicht schwierig, einen kinderfreundlichen Reflexhammer zu entwerfen. Dafür wurde das „Mäuschengesicht“ an der Kugel geschaffen. Der neuentstandene KINDERHAMMER erschien und wurde gleich bei vielen Pädiatern beliebt, so dass noch weitere Modelle folgten.



[Abb. 20] KaWe KINDERHAMMER Reflexhammer nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

Die KINDERHÄMMER wurden in Europa gut aufgenommen. Eine Kinderneurologin in Budapest bemerkte, dass sich die rote Nase des Gesichtes hervorragend zum Auslösen des Babinskireflexes eignen würde. Da die Nase aber aus Plastik war, ging sie nach mehreren Untersuchungen verloren. Aus diesem Grund und zur Optimierung des Hammers wurde stattdessen eine Metalnase eingesetzt. [1]

3.4.6 KINDERSATURN

Nach der Vergoldung des KINDERSTETHOSKOPs ist die Idee entstanden, den Kopf des SATURN zu vergolden und mit Augen zu versehen. So entstand der KINDERSATURN.



[Abb. 21] KaWe KINDERSATURN Reflexhammer nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

KINDERSATURN und KINDERSTETHOSKOP, beides kinderfreundliche Instrumente, wurden als Set, „Goldpärchen“ genannt, auf dem Markt verkauft. [1]

3.4.7 ZENITchen

Von vielen Kinderneurologen ist der Wunsch geäußert worden, den ZENIT in einen Kinderhammer umzuwandeln. Obwohl der ZENIT durchaus auch in der pädiatrischen Praxis verwendet werden kann, fehlte an dem Modell jedoch noch etwas Kindgerechtes. Da bereits die Köpfe des KINDERHAMMERS und des KINDERSATURNS mattiert hergestellt und mit Augen versehen worden waren, kam die Idee auf, neben dem ZENIT ein ZENITchen zu fertigen und dieses ebenfalls mit Augen und zusätzlichen Farbringen zu versehen.



[Abb. 22] KaWe ZENITchen nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

Der Erfolg war groß. Die Kunden waren vom Design und von dem zum ersten Mal am Stiel aufgezogenen Farbencoding fasziniert. Auf eine Nadel ist jedoch verzichtet worden, da die Verletzungsgefahr bei Kindern höher ist. [1]

3.4.8 METEOR

Der METEOR mit seiner 80 g Kopflast entstand im Jahre 1988, als ein Neurologe aus Gießen sich darüber Gedanken gemacht hatte, dass bis dahin nie untersucht worden war, wie schwer ein Reflexhammer sein sollte, um durch sein Eigengewicht die Reflexe auslösen zu können. Um das festzustellen, bot er Nikolaus Fassbender jun. an, alle damals verfügbaren Reflexhämmer (10) mit nach Gießen zu nehmen und sie auf den verschiedenen Stationen auszuprobieren.

Dabei stellte sich heraus, dass 80 g Kopflast ausreichen, wenn sie im Hammerkopf und nicht im gesamten Hammer vorhanden sind.

Des Weiteren ließ sich noch feststellen, dass die Schlagflächen eines Reflexhammers ein Größe von mindestens 20 mm haben sollen. Das ist auch der Grund, warum sich der Babinskiringhammer weltweit durchsetzen konnte.

Im Jahre 1988 brachte KaWe den ersten brauchbaren Ganzkunststoffgriff heraus. Die Form dazu kostete damals über 12.000 DM. Nikolaus Fassbender jun. kam dann auf die Idee die Kopflast des VARIOFLEX-Reflexhammers auf 80 g zu erhöhen und ihn mit dem neuen Ganzkunststoffgriff zu verbinden.

So entstand der METEOR, ein beliebtes Modell bei den Neurologen, vor allem in der Umgebung von Bonn.



[Abb. 13] KaWe METEOR-Reflexhammer nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

3.4.9 METEORIT

Der neue flexible Griff vom ZENIT wurde von den Klinikern sehr gut angenommen. So kam Herr Fassbender auf die Idee, einen neuen Taschenhammer auf der Basis des Original-VARIOFLEX-Hammers mit diesem flexiblen Griff zu konstruieren. So wurde von der Fa. KaWe 1993 an eine Varioflexserie eine Sonderserie mit METEORIT-Hämmern angehängt.

Mit einem Gesamtgewicht von 90 g war der Meteorit ein äußerst begehrtes Modell in den Kliniken.



[Abb. 24] KaWe METEORIT nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

3.4.10 POLARIT

Nachdem man gemerkt hatte, dass der COLORFLEX-Hammer der Fa. KaWe zu leicht war und dass die zweite Schlagseite obsolet war, da nur die größere genutzt wurde, wurde 1996 der POLARIT-Hammer entwickelt.



[Abb. 25] KaWe POLARIT Reflexhammer nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

Diesem neuen Pufferhammer wurde auch der flexible Ganzkunststoffgriff des ZENIT-Hammers angesetzt und so entwickelte er sich zu einem erfolgreichen Modell.

3.4.11 POLARITchen

Einer der beliebtesten kinderneurologischen Hämmer, das ZENITchen, konnte seit 1992 wegen hoher Kosten nicht mehr gefertigt werden. So ist die Idee des POLARITchen Kinderhammers entstanden. Der Kopf des Pufferhammers POLARIT wurde mattiert und auch ihm wurde ein Gesicht gegeben.



[Abb. 26] KaWe POLARITchen-Reflexhammer nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

Ab 2004 diente POLARITchen als Vorlage zur Konstruktion des COLORIT-Hammers.

3.4.12 SATURNRING

Der SATURNRING, ein Ringhammer mit drei Schlagseiten, entstand als Nachfolger des bewährten SATURN-Hammers.



[Abb. 27] KaWe SATURNRING nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

Zu einem Wulstring mit einem Durchmesser von 50 mm wurden noch die zwei vom SATURN bekannten, unterschiedlich großen Puffer angebracht. So entstand der Kopf mit einer zentralen Kopflast von 90 g und 3 verschiedenen Schlagseiten. Als Hammergriff dient der von der Fa. KaWe konstruierte, große Ganzkunststoffring.

4 Stimmgabel

4.1 Historie

1711 entwickelte der englische Hoftrompeter John Shore (1662-1752) die Stimmgabel (veraltet Diapason). Er riss an einem seiner Konzerte seine Lippe und war seitdem nicht mehr in der Lage, seine Trompete zu spielen. So fing er an, sich mit seiner Laute intensiver zu beschäftigen. Er fertigte eine Stimmgabel aus Stahl mit einer Tonhöhe von 512 Schwingungen pro Sekunde, was einem A bei 422,5 Hz entspricht, und benutzte sie zum Stimmen seiner Laute.

John Shore gab Georg Friedrich Händel (1685-1759) eine seiner Gabeln, die immer noch existiert. Die Existenz dieser Stimmgabel erlaubt Musikwissenschaftlern, den genauen Ton zu bestimmen, auf dem Händel, Mozart, Beethoven und ihre Zeitgenossen ihre Werke gehört haben wollten.

Während des 19. Jahrhunderts stieg die Standard-Tonhöhe um mindestens einen halben Ton, von A bei 422,5 auf 452 Hz, einem als Philharmonie-Ton bekannten Standard. Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts wurde eine offizielle europäische Norm von der französischen Regierung bei 435 gesetzt, in Frankreich als internationaler Ton, in England als neuer Philharmonie-Ton bekannt.



[Abb. 28] Stimmgabel nach J. Shore, Sammlung Prof. Florian Heinen

Händel spendierte 1751 eine Stimmgabel an das Foundling Hospital. Dieses Krankenhaus war die erste Einrichtung in Großbritannien, die speziell für Kinder gedacht war. Nach dem kompletten Abriss des Kinderspitals 1926 wurde Händels Stimmgabel zusammen mit anderen seiner Objekten in 40 Brunswick Square umgeräumt.

Die Otorhinolaryngologen Hartmann und Lucae entwickelten später einen kompletten Satz für ihren Fachbereich von C 1 128 Hz bis C 5 4096 Hz. Hartmann wählte eine viereckige Form der Stiele ohne Fuß; Lucae dagegen die runde Bauform mit Fuß.

1903 experimentierten die beiden Ärzte Adam Rydel (1872-1914) und Friedrich Wilhelm Seiffer (1872-1917) an der Berliner Charité über eine verbesserte Untersuchungsmöglichkeit für das Vibrationsempfinden und entwickelten die erste neurologische Stimmgabel, die die Schwingfrequenz von 128 Hz auf 64 Hz reduzieren kann. [1] [26] [54] [55]

4.2 Aufbau und Funktion

Die Stimmgabel nach Rydel-Seiffer erlaubt die Beurteilung einer Beeinträchtigung des peripheren Nervensystems (Polyneuropathie), sowie orientierend die der Hörfähigkeit.

4.2.1 Neurologische Diagnostik

Bei Verdacht auf einen peripheren Nervenschaden erlaubt die Stimmgabel nach Rydel-Seiffer die Früherkennung einer Polyneuropathie unter der Annahme, dass das Vibrationsempfinden peripherer Nerven als erstes beeinträchtigt wird (Pallästhesie).

Die Rydel-Seiffer-Stimmgabel besitzt zwei Gewichte als Dämpfer an den Gabelzinken, die je ein schwarz gefärbtes oder leeres Dreieck tragen. An den Seiten der Dreiecke ist eine Skalierung mit Zahlen von 2 – 8 angebracht. Durch die Schwingung der Zinken werden die Dreiecke ausgelenkt, so dass auf jedem Dämpfer zwei Dreiecke zu sehen sind. Diese überlappen sich an ihrer Basis. Die Überlappungszone wird um so größer, je schwächer sich die Dreiecke bewegen. Dadurch wird eine Quantifizierung eventueller Nervenausfälle erlaubt. Zur Überprüfung des Vibrationsempfindens setzt man die angeschlagene und schwingende Stimmgabel auf das Zwischenzehengelenk der großen Zehe. Der Patient gibt den Zeitpunkt an, an dem er die Schwingungen nicht mehr spürt. Der Untersucher liest diesen Zeitpunkt auf der Skala ab.

Normalwert ist „8“. Kleinere Werte sollten medizinisch abgeklärt werden, da es sich um eine Frühform ernst zu nehmender Nervenschäden handeln kann. [1] [3] [55]



[Abb. 29] NEUROPATHIT-Stimmgabelhammer, Sammlung Prof. Florian Heinen

4.2.2 Funktionsprüfungen des Gehörs/ Versuch nach Rinne und nach Weber

Zur Differenzierung zwischen Schallleitungsstörungen (Lokalisation: äußeres Ohr, Mittelohr) und Schallempfindungsstörungen (Lokalisation: Innenohr, Hörnerv) dienen die Versuche nach Rinne und nach Weber.

Rinne-Versuch:

Mit dem Ziel, die Luft- und Knochenleitung des Ohres zu vergleichen, schlägt der Untersucher die Stimmgabel (440 Hz) an und setzt dem Patienten die schwingende Gabel hinter dem Ohr auf das Mastoid. Sobald der Patient den Schall nicht mehr hören kann, wird ihm die Stimmgabel ohne neues Anschlagen dicht vor das Ohr oder den Meatus acusticus gehalten.

Stimmgabel

Normalbefund: Da die Luftleitung lauter und länger als die Knochenleitung ist, hört der Patient die Schwingungen wieder, sobald die Stimmgabel vor das Ohr gehalten wird (Rinne positiv).

Pathologischer Befund: Besteht eine Schallleitungsschwerhörigkeit (Mittelohr), ist die Knochenleitung lauter und länger als die Luftleitung (Rinne negativ). Wird dem Patienten die Stimmgabel vor das Ohr gehalten, hört dieser die Schwingungen nicht besser als zuvor auf dem Mastoid.

Weber-Versuch:

Mit Ziel, das Hörvermögen beider Ohren durch Knochenleitung zu vergleichen, schlägt der Untersucher die Stimmgabel (440 Hz) an und setzt sie dem Patienten auf die Mitte des Schädels.

Normalbefund: Die Schwingungen werden an beiden Ohren gleich gut gehört.

Pathologischer Befund: Bei einseitigen Schallleitungsstörungen (Mittelohr) hört der Patient den Ton auf dem kranken Ohr lauter, bei einseitigen Schallempfindungsstörungen (Innenohr) wird der Ton im gesunden Ohr lauter empfunden. [1] [3] [54]

5 Universalschmerzprüfer

5.1 Historie

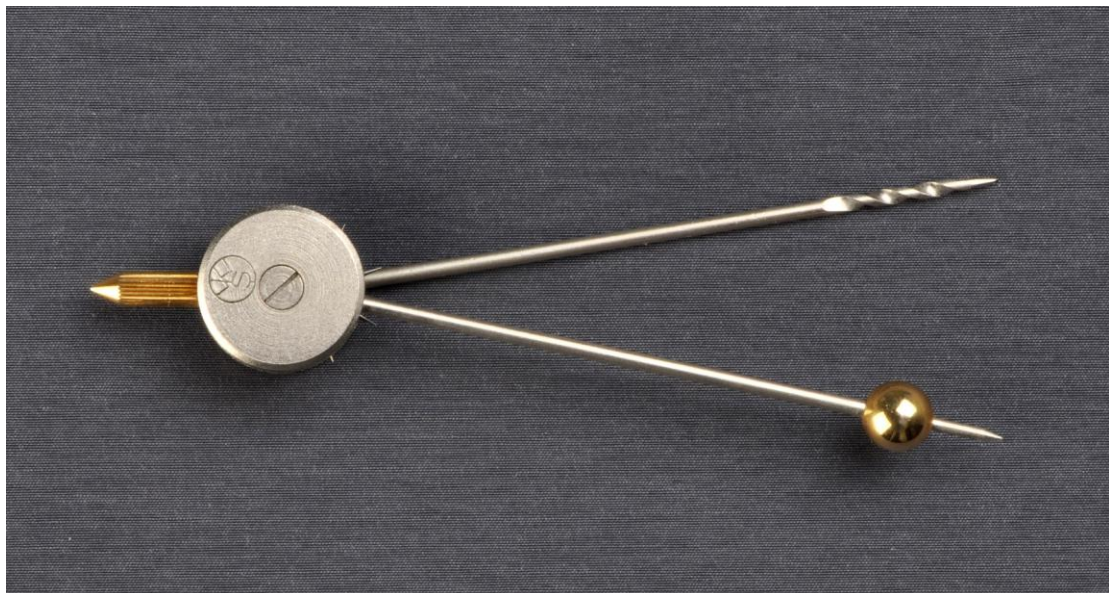
Um die Schmerzwahrnehmung bei der Untersuchung der protopathischen Sensibilität vorzunehmen, soll der deutsche Professor der Neurologie Robert Wartenberg (1886-1956) auf das nach ihm benannte Nervenrädchen gekommen sein, indem er seine Frau beim Ausschneiden von Musterbögen für Kleider beobachtet hatte.

Das Rad wird aus rostfreiem Stahl gefertigt und besitzt sternförmig angeordneten Spitzen, die systematisch über die Haut gerollt werden.

Das Wartenberggrad stellte aber ein Angst erregendes neurologisches Instrument dar wegen der Verletzungsgefahr sowohl des Patienten als auch des Arztes. Hauptsächlich aus hygienischen Gründen wird es kaum noch eingesetzt. [1]

5.2 RADIUS

Zwischendurch gab es viele Versuche, einen neuen Schmerzprüfer zu entwickeln, die aber scheiterten. 1988 kam Nikolaus Fassbender jun. auf die Idee, einen Zirkel als Basis zu wählen, in dessen Lager das Rädchen angebracht wurde.



[Abb. 30] RADIUS nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

Im selben Jahr suchte die pharmazeutische Firma Bayer ein neues Werbeinstrument zur Einführung ihres neuen Präparates NIMOTROP. Es wurden 200 Stück vom RADIUS bestellt und zu diesem Zweck verwendet. [1]

5.3 SENSORIT

2005 erschien von der Fa. ZellaMed® der SENSORIT. Es handelt sich um einen handlichen Zweipunkte-Zirkel mit Millimeter-genauer Skalierung. So dient er außer der Schmerzempfindungsprüfung durch das Nadelrädchen am Kopf des Zirkels auch der Zweipunktdifferenzierung. Er kann auch als EKG-Messzirkel verwendet werden. [1]



[Abb. 31] ZellaMed SENSORIT, Sammlung Prof. Florian Heinen

6 Nystagmustrommel und Retinascheibe

6.1 Nystagmustrommel

Nystagmus (aus griechisch νυσταγμός nystagmos „Schläfrigkeit“) bezeichnet die anhaltenden, unwillkürlichen, rhythmischen Bewegungen der Augen, so dass unter Nystagmus in der Regel ein Augenzittern verstanden wird.

Man hat mehrere Möglichkeiten, den Nystagmus zu untersuchen. Zunächst wird meistens die Augenbewegung unter der Leuchtbrille nach Frenzel beobachtet. Die Brille verhindert durch die Gläser von 15 Dioptrien eine Fixation, die den Nystagmus hemmen würde, und erleichtert durch die Vergrößerung und Beleuchtung der Bulbi die Nystagmusuntersuchung. Sonst steht die Elektronystagmographie zur Verfügung.

Nystagmus kann auch provoziert werden, sog. Provokationsnystagmus. Er wird auch unter der Frenzel-Brille geprüft. Dazu stehen mehrere Tests, wie beispielsweise die Einnahme der Schwindellage, Kopfschütteln, Bücken und Wiederaufrichten, thermische Prüfung sowie die Lageprüfung zur Verfügung.

Auf Vorschlag von Prof. Florian Heinen in München sollten 2004 von BonnaMed Fassbender als Instrumente speziell für Kinder eine Trommel mit Kinderbildmotiven mit einem Durchmesser von ca. 200 mm gefertigt werden. Da es für Erwachsene bereits Trommeln mit Schwarz-Weiß-Streifen gab, entschied sich Herr Fassbender für die Abbildung seiner Kinderinstrumente, mit denen die Kinder anschließend auch untersucht werden. Entscheidend ist dabei der Abstand der Streifen bzw. Bilder, die durch die Drehung aufeinander folgen. [1]



[Abb. 32] Nystagmustrommel bei Heinen und BonnaMed, Sammlung Prof. Florian Heinen

6.2 Retinascheibe

Frau Dr. med. Enders aus München regte an, für Neugeborene eine Scheibe zu fertigen, die schwarzweiße Ringe zeigt. Neugeborene können zunächst nur schwarz und weiß unterscheiden, deshalb kann man durch Schwenken der Retinascheibe grob die Sehtüchtigkeit eines Neugeborenen prüfen.

7 Blutdruckmessgeräte

7.1 Historie

Obwohl es wenig Zweifel gibt, dass die einfache Palpation und Beurteilung des Pulses sogar schon im antiken Ägypten als Methode der Diagnostik praktiziert wurde, fing das tatsächliche Messen des Blutdruckwertes erst im 18ten Jahrhundert mit den Experimenten des Wissenschaftlers Stephen Hales (1677-1761) an.

1733 publizierte Hales seine Arbeit namens „Hæmostaticks“, auch als Volume II of the Statical Essays bekannt. In dieser Arbeit beschrieb er seine ersten Experimente hinsichtlich des Blutdrucks. Seine Experimente führte er an einer Stute durch, indem er in ihre linke Femoralarterie einen Schlauch platzierte und die Schwankungen der Blutsäule beobachtete. In weiteren Studien befasste er sich mit der Kapazität der Ventrikel und mit anderen Qualitäten der Blutzirkulation. Dennoch hat es noch ungefähr ein Jahrhundert gedauert, bis die akkurate Untersuchung des Blutdrucks möglich wurde, indem Jean Léonard Marie Poiseuille (1797-1869) 1828 den Quecksilbermanometer präsentierte.

Der Franzose Poiseuille kann als einer der ersten klinischen Physiker bezeichnet werden. Seine Arbeit über die Viskosität ist sehr bekannt in den Kreisen von Ingenieuren und Physikern. Allerdings sind seine Anwendung des Quecksilbermanometers und seine Arbeit über der Resistenz des kardiovaskulären Systems weniger bekannt.

1828 hat Poiseuille die goldene Medaille der Royal Academy of Medicine wegen seiner Doktorarbeit über die Verwendung eines Quecksilbermanometers für das Messen des arteriellen Blutdrucks gewonnen. Er verband das Manometer mit einer mit Natriumkarbonat gefüllten Kanüle. Das Natriumkarbonat agierte als ein Antikoagulans. Diese Kanüle wurde direkt in eine Arterie eines Versuchstiers platziert. Arterien bis auf eine Größe von 2 mm wurden kanüliert und Poiseuille konnte demonstrieren, dass der arterielle Blutdruck auch in den kleineren Adern aufrechterhalten blieb. Er konnte ebenso beweisen, dass der Blutfluss im mesenterialen kapilären System nicht von Änderungen des Druckes im venösen System abhängt, sondern dass er unmittelbar mit den Änderungen im arteriellen System variiert.

Poiseuilles Arbeit ermöglichte Carl Ludwig (1816-1895), Professor der Anatomie in Marburg, 1847 einen Kymographen zu entwickeln. So ist die erste grafische Methode entstanden,

medizinische Daten zu dokumentieren, was große Auswirkungen in der experimentellen Physiologie und Medizin in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts hatte.

Ludwig führte folgende Modifikationen an Poiseuilles Manometer durch – die Kanüle und der Quecksilbermanometer bleiben gleich. Ein flottierender Faden, verbunden mit einem Bleistift, wurde an der offenen Quecksilbersäule aufgebaut. Der Bleistift wurde so eingerichtet, dass er auf eine drehbare Trommel schreiben konnte.

Der Kymograph wurde zu einem Prototyp und der elementare Entwurf für eine große Zahl von ähnlichen Instrumenten, die andere physiologische Parameter dokumentierten. Unter diesen Geräten waren der Myograph, entwickelt 1850 von Helmholtz, um die Muskelbewegungen zu dokumentieren und der Sphygmograph, entwickelt von Karl von Vierordt (1818-1884) in Tübingen, um den Puls mit dieser graphischen Methode zu dokumentieren.

Bis 1855 gab es aber noch keine nicht invasive Methode, um den Blutdruck klinisch messen zu können. Bis dahin war das Stechen einer Arterie nötig, um mit der Technologie der Zeit einen Wert zu bekommen. 1855 postulierte Vierordt, dass eine indirekte, nicht-invasive Methode benutzt werden könne. Und zwar meinte er, dass man den Druck messen sollte, der nötig ist, um die Pulsation in der Arterie zum Erlöschen zu bringen. Er bemühte sich, seine Theorie in Praxis umzusetzen, indem er den Druck zu messen versuchte, der nötig war, um den Puls in der Arteria radialis auszulöschen. Er befestigte dabei an einen Hebel eines Sphygmographen eine Last, hatte aber größtenteils wegen des umständlichen Designs seines Gerätes wenig Erfolg.

Vierordts Sphygmograph wurde 1860 deutlich durch Etienne Jules Marey (1830-1904) verbessert. Marey verbesserte nicht nur die Technik der graphischen Dokumentation des Pulses, sondern auch die Präzision der Messung des Blutdruckes bei Patienten. Er applizierte Vierordts Prinzip im Sinne der Erzeugung von Gegendruck, um den arteriellen Druck zu überwinden, aber bei seinem Gerät war der Arm von einem Glascontainer umschlossen, der seinerseits mit einem Sphygmo- und einem Kymographen verbunden war, die die arteriellen Pulsationen im Arm registrierten. Der Container war mit einem Manometer sowie mit einem frei in der Höhe verstellbaren Wasserreservoir ausgestattet, so dass der Druck des Wassers auf den Arm des Patienten vom Untersucher geändert werden konnte. Die Bestimmung des Blutdruckes erfolgte wie folgend beschrieben: Erstens wurde der höchste vom Quecksilbermanometer registrierte Druck notiert, bei dem der größte Abstand zwischen den Peaks der sphygmographischen Markierung auftraten, und danach wurde schrittweise der

Wasserdruck erhöht. Der Druck, bei dem keine Bewegungen des Sphygmographen mehr auftraten, wurde als systolischer Druck markiert.

Obwohl Mareys Instrument ein Meisterwerk war, war es auch bedauerlicherweise sehr kompliziert für den ärztlichen Alltag, so dass diese Erfindung auch nicht sehr populär wurde. Allerdings gewann die Erfindung eine weltweite Akzeptanz in der medizinischen Welt. Das neue Instrument erlaubte eine genauere Beurteilung und Erforschung des menschlichen zirkulatorischen Systems. Viele Ärzte versuchten, das Instrument zu optimieren. Versuche mit mehr oder weniger Last auf Federn im Manometer brachten aber auch kein besseres Ergebnis. Letztlich beobachtete Pierre Carl Potain (1825-1901), ein französischer Arzt, dass die nötige Kraft, um die Feder im Manometer zu bewegen, nicht nur vom Blutdruck, sondern auch von der Resistenz der Arterienwand abhängig ist. Deswegen kam er auf die Schlussfolgerung, dass Manometer mit Federn nicht mehr für das Messen des Bluthochdrucks verwendet werden sollten.

Die erste wirklich akkurate Bestimmung der normalen Blutdruckwerte bei Menschen erfolgte vom Chirurgen Faivre 1856. Er verband während einer Operation eine Arterie mit einem Quecksilbermanometer und war deswegen imstande, konkrete Werte zu bekommen. Er maß den Blutdruck in der Femoralarterie bei 120 mm Hg und in der Arteria brachialis zwischen 115 und 120 mm Hg. Diese und weitere direkte Messungen waren von großem Wert, um den Bereich des Blutdruckes zu ermitteln. Nichtsdestoweniger war diese Methode, so wie jede invasive Methode, unpraktisch für den klinischen Alltag.

Es war Samuel Siegfried Karl Ritter von Basch (1837-1905), der auf die blutig-invasive Technik sowie auf die Technik mit der Wassersäule verzichtete. Seine Methode nutzte einen aufblasbaren Sack, der mit Wasser gefüllt war. Die Ränder dieses Sacks waren fest um den Hals einer Manometerbirne, die voll mit Quecksilber war, aufgesetzt. Eine hohle Säule ging von der Birne aus, so dass jener erzeugte Druck im Sack in die Birne übertragen wurde, Quecksilber stieg in der Säule und demzufolge konnte der Blutdruck dokumentiert werden.

Von Basch brachte hiermit die Prinzipien, die Vierordt fünfzehn Jahre früher entwickelt hatte, in die klinische Praxis. Das neue Messgerät hatte keine der umständlichen Anhänger wie Mareys, seine Vorteile lagen an seiner Simplizität. Der Sack war über den Puls gedrückt, bis der Druck distal der Ansatzstelle erloschen war und die Höhe der Quecksilbersäule dokumentierte dann den Blutdruck. Das Gerät war auch viel akkurater als die Geräte davor. Ignaz Zadek, ein deutscher Arzt, führte Experimente durch, bei denen er den Blutdruck von Hunden gleichzeitig

über eine Kanüle in der Arteria carotis direkt-invasiv und indirekt mit von Baschs Messgerät über das Bein gemessen hat. Die beiden Ergebnisse stimmten fast exakt überein. Es wurde auch von Baschs Gerät benutzt, als die ersten Forschungen über die hämodynamische Pathologie stattfanden. Beide, Zadek und von Basch, beobachteten, dass bei Patienten mit Arteriosklerose die Blutdruckwerte deutlich höher waren als die bei gesunden Individuen. Ähnlich zeigten sie, dass bei Patienten mit Fieber der Blutdruck erniedrigt war.

Die Vorstellung des Sphyngomanometers in die klinische Medizin wurde von vielen Ärzten als eine hilfreiche Methode zur Erstellung der Diagnose akzeptiert. Aber das British Medical Journal war der Meinung, dass die Nutzung des Sphyngomanometers die Sinnesempfindungen der Ärzte verarme und ihre klinische Schärfe schwäche. Trotz diesen Anklagen machte Potain durch seinen zweiten Beitrag den Sphygmomanometer zugänglicher für den klinischen Alltag. Er ersetzte 1889 das Wasser gegen Luft. Potains Gerät setzte sich aus einem Bulbus für die Kompression der Arterie und einem zweiten Bulbus, mit dem der erste aufgepumpt wurde, zusammen. Der Druck wurde von einem portablen barometrischen Manometer dokumentiert.

1896 berichtete der Italiener, Internist und Kinderarzt Scipione Riva-Rocci (1863-1937) die Methode für die Blutdruckmessung, die bis heutzutage benutzt wird. Seine Recherchen waren in zwei Arbeiten publiziert, beide mit dem Titel „Un nuovo Sfingomanometro“, in die Gazzetta Medical di Torino. In diesen Berichten dokumentierte Riva-Rocci den Zweck seiner Recherche über den arteriellen Blutdruck und erklärte die beteiligten physikalischen Prinzipien. Er überprüfte auch die Literatur, die die kommerziell verfügbaren Sphyngomanometer von Basch beschrieb. Anscheinend favorisierte Riva-Rocci eines der früheren Instrumente, das einen Quecksilbermanometer enthielt, gegenüber letzten Designs ohne Quecksilbermanometer. Er beschrieb seine neue Entwicklung wie folgend:

„Ein Sphyngomanometer basiert auf dem von Vierordt entwickelten Prinzip, das der Reihe nach von Marey und von Basch verbessert wurde. In anderen Worten handelt es sich um ein Instrument, das die manometrische Kraft beeinflusst, die nötig ist, um das Fortschreiten der Wellentätigkeit des Pulses zu verhindern. Sphyngomanometrie wird dann auf einen der großen Stämme der Aorta, also den humeralen Stamm, appliziert. Da die Arteria brachialis die direkte Fortsetzung der Arteria axillaris darstellt (da die Region keine großen Kollaterale beinhaltet, die als Bifurkationen betrachtet werden könnten), gibt die Messung die ganze Ladung eines Punktes relativ nah an der Aorta an, oder anders gesagt: die Messung gibt den Druck in der

Aorta (falls am linken Humerus gemessen) oder den Druck im Truncus brachiocephalicus (falls am rechten Humerus gemessen) an.“

Für Riva-Rocci hatte sein Gerät folgende Vorteile: Es war einfach zu benutzen, schnell einzusetzen, präzise und harmlos für die Patienten. Seine Methode beruhte auf der Kompression des ganzen Umfanges des Armes und nicht nur eines Teils davon. Ein Gummisack, umgeben von einer Manschette aus einem nicht expandierenden Material, wurde um den ganzen Arm platziert und über einen Gummibulbus mit Luft aufgepumpt. Der Druck in der Manschette wurde von einem Quecksilbermanometer registriert und wurde erhöht, bis kein Puls in der Arteria radialis zu tasten war. Während der Druck langsam erniedrigt wurde, fiel der Spiegel im Quecksilbermanometer und der Punkt, bei dem der Puls wieder auftauchte, wurde als systolischer Blutdruck dokumentiert. Ein wichtiger Vorteil, der diesem neuen Design inhärent war, war, dass die Arteria brachialis von allen Seiten gleich komprimiert wurde, demnach hat es den unilateralen Druck des von Basch'schen Geräts eliminiert.

Riva-Rocci war sehr eifrig bemüht, sein neues Gerät zu testen, um zu beweisen, dass es die „ganze Ladung“ des arteriellen Drucks maß. Er experimentierte mit Tieren und mit menschlichen Leichen, bei denen er einen artifiziellen Kreislauf mit Schläuchen konstruierte. Trotzdem gab es einen Hauptfehler bei Riva-Roccis Gerät. Er benutzte eine zu schmale Manschette von nur 5 cm Breite. Das führte dazu, dass die Ränder der Manschette einen sehr großen Druck auf die Haut ausübten und deswegen die Messungen relativ inakkurat machten. Dieser Fehler wurde 1901 von von Recklinghausen erkannt und behoben. Er ersetzte die zu schmale Manschette mit einer breiteren von 12 cm.

Zu dieser Zeit war die Methode, die dazu benutzt wurde, um zu determinieren, ob ein Puls existent war, die Palpation. Das war auch akzeptabel für die Messung des systolischen Blutdrucks und wird auch heute noch so durchgeführt. Aber sie ist nutzlos für die akkurate Messung des diastolischen Blutdruckwertes. Um dieses Defizit zu überwinden, so dass beide, systolischer und diastolischer Blutdruck, gemessen werden könnten, begannen Kliniker, die oszillatorische Methode zu benutzen. Dies bedeutete die Beobachtung der Oszillationen, die von der Arterie zum Quecksilber in das Manometer übertragen wurden. Das kommt zustande, wenn der Druck in der Manschette und der Druck in der Arterie gleich groß sind. Die komprimierte Arterie fängt an zu pochen und provoziert so reguläre Fluktuationen bei dem Manschettendruck. Das Auftreten von definierten Oszillationen signalisierte den systolischen Blutdruck, der Übergang von großen zu feineren Oszillationen den diastolischen. In England

entwickelten Hill und Bernard ein Gerät, das eine Nadel besaß, die sensitiv genug war, um die diastolische Phase zu dokumentieren. Dieses Gerät war portabel und einfach zu nutzen.

Während der Jahrhundertwende wurde noch eine Technik entwickelt, um den systolischen und diastolischen Blutdruck messen zu können. 1905 berichtete der russische Chirurg Nikolai Sergejewich Korotkow (1874-1920), dass wenn man ein Stethoskop an der Ellenbeuge distal der Riva-Rocci Manschette platziert, klopfende Geräusche hören kann, während die Luft aus der Manschette abgelassen wird. Diese Geräusche entstanden aus dem erneuten Blutfluss in der Arterie.

Korotkow kommunizierte seine Erfindung von dieser auskultatorischen Methode der Blutdruckmessung an die Imperial Military Medical Academy in St. Petersburg im Dezember 1905 mit folgendem, kurzen Brief:

„Auf der Basis dieser Beobachtung kam der Schreibende zu der Feststellung, dass eine gut komprimierte Arterie unter normalen Bedingungen keine Geräusche emittiert. Unter Berücksichtigung dieses Faktors schlägt der Schreibende eine fehlerfreie Methode für die Messung des Blutdruckes bei Menschen vor. Die Manschette von Riva-Rocci wird auf das mittlere Drittel des Armes platziert, der Druck in der Manschette wächst schnell, bis die Zirkulation unterhalb der Manschette ganz aufhört. Anfänglich gibt es keine Geräusche. Während der Quecksilberspiegel in dem Manometer auf eine bestimmte Höhe abfällt, fangen dann Töne an hörbar zu werden. Deren Auftreten bedeutet, dass eine Pulswelle des Blutstromes unterhalb der Manschette passiert. Infolgedessen korrespondiert die Messung des Manometers, während das erste Geräusch auftritt, mit dem maximalen Blutdruck. Mit dem weiteren Abfallen des Quecksilberspiegels kann man die systolischen Geräusche weiterhören. Letztendlich verschwinden alle Geräusche. Der Zeitpunkt, wo alle Geräusche aufhören, signalisiert einen freien Durchfluss des Blutes. In anderen Worten, im Zeitpunkt der Ausblendung der Geräusche, hat der minimale Druck in der Arterie den Druck der Manschette überwunden. Infolgedessen korrespondierte die Messung des Manometers zu diesem Zeitpunkt mit dem minimalen Blutdruck. Experimente, durchgeführt an Tieren, zeigten positive Ergebnisse. Die ersten Geräusche treten (10-12 mm) früher als der Puls auf, der nur dann palpiert werden kann, wenn eine große Menge von Blut die Manschette passiert.“

Der verbreitete Einsatz der auskultatorischen Messung des Blutdruckwertes hatte einen spin-off-Effekt auf die Verbreitung des binauralen Stethoskops oder Phonendoskops. Korotkow selbst hat anfänglich das monaurale Gerät verwendet. Dennoch, als er versuchte, den

Blutdruck mit der Riva-Rocci-Manschette zu messen und gleichzeitig die Töne an der Arterie zu hören, fand er die Durchführung schwerfällig. Das binaurale Stethoskop war viel bequemer und Korotkow förderte seinen Einsatz.

Heutzutage kann der Blutdruck kontinuierlich unter Monitoring kontrolliert werden. Sensoren werden an den Daumen des Patienten platziert, aufblasbare Manschetten werden mit Geräten gekoppelt, die einen passenden Manschettendruck aufrechterhalten. Photozellen, Semikonduktoren und andere werden zur Dokumentation und Überwachung des Blutdrucks eingesetzt. Trotzdem: Jeder Arzt, ob in der Praxis oder im Krankenhaus, benutzt die Methode von Riva-Rocci und Korotkow, um den Blutdruck des Patienten zu messen. [1] [9] [10] [27][28][29][30] [39][40][41][42][43]

7.2 Physikalische Prinzipien

7.2.1 (Hydrostatischer) Druck

Drückt auf einer Fläche A eine senkrecht über diese Fläche verteilte Kraft F, so heißt der Quotient aus Kraft und Fläche Druck p, also $p=F/A$ (in Pascal = Pa = N/m²). In der Praxis benutzt man auch die Einheit 1 bar = 10⁵ Pa. Dies entspricht ziemlich genau dem atmosphärischen Luftdruck. Darüber hinaus gilt: 1 mmHg \approx 133,3 Pa.

In Flüssigkeiten lastet auf jedem Quadratcentimeter des Gefäßbodens das Gewicht der gesamten darüber stehenden Flüssigkeitssäule. Diese Gewichtskraft bewirkt den Schweredruck (hydrostatischer Druck). Er tritt jedoch nicht nur am Gefäßboden, sondern überall in der Flüssigkeit auf und er nimmt linear mit der Eintauchtiefe h zu. Der Schweredruck ist umso größer, je größer die Dichte ρ der Flüssigkeit ist. Für den Schweredruck gilt also:

$$p = \rho \times g \times h.$$

Gasdruckdifferenzen können mithilfe eines U-Rohr-Manometers gemessen werden. In den beiden Schenkeln des Manometers wirkt der hydrostatische Druck der Flüssigkeit. Der Höhenunterschied h der Flüssigkeit gibt den Druckunterschied p an, der auf den Oberflächen in den beiden Schenkeln lastet.

Druckdifferenzen können auch zwischen den beiden Seiten einer Membran auftreten. Im Membranbarometer wird die entsprechende Auslenkung der Membran auf einen Zeiger übertragen und als Druck von der geeichten Skala abgelesen.

Klinischer Bezug: siehe Blutdruckmessung nach Riva-Rocci.

7.2.2 Turbulente Strömungen (Gesetz von Hagen-Poiseuille)

Bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten und besonders bei unregelmäßigen Wandformen entstehen Wirbel und Turbulenzen, die von der Strömung mitgenommen werden. Dadurch wird der Transport der Flüssigkeit behindert und es kommt zu einem Anstieg des Strömungswiderstandes.

Grundsätzlich ist der Strömungswiderstand R eines kreisförmigen Rohres abhängig vom Radius r und der Länge l des Rohres sowie von der Viskosität η der durchströmenden Flüssigkeit. Diese Abhängigkeit definiert das Gesetz von Hagen-Poiseuille:

$$R = 8 \times l \times \eta / \pi \times r^4.$$

Klinischer Bezug: Aus der obigen Gleichung ergibt sich: Durch die Halbierung des Durchmessers eines Blutgefäßes erhöht sich der Strömungswiderstand um den Faktor 16. Gleichzeitig kann bei gleicher Druckdifferenz p die Stromstärke I auf 1/16 gedrosselt werden. Das Gesetz von Hagen-Poiseuille gilt streng nur für laminare Strömungen (die Teilchen der Flüssigkeit bewegen sich wie in geschichteten Lamellen nebeneinander), liefert jedoch für die Verhältnisse im Blutkreislauf des Gesunden eine gute Annäherung. [12] [13] [44]

7.3 Aufbau und Funktion

Jedes Blutdruckmessgerät besteht aus einem Messinstrument und einer Manschette.

7.3.1 Geräte

Auf dem Markt gibt es mittlerweile die älteren Quecksilbergeräte und Manometer sowie die neueren elektronischen Digitalmessgeräte. Während die Quecksilbergeräte und Handmanometer nach dem Korotkowschen Prinzip Werte ermitteln, arbeiten moderne Digitalgeräte nach der oszillometrischen Methode – der Puls wird nicht auf einem bestimmten Punkt, sondern die Pulswelle wird um den ganzen Arm gemessen. Beide Messsysteme zeigen Vor- und Nachteile. Bei der klassischen Blutdruckmessung kann der Untersucher selbst mittels Stethoskop den Puls hören und mit seiner Hand die Pulsqualität beurteilen. Jedoch kommt es oft dabei zu untersucherabhängigen ungenauen Messungen. Die oszillometrische Methode liefert andererseits meist gut reproduzierbare Ergebnisse, was den Blutdruck angeht, aber dabei

kann die Pulsqualität nicht vom Untersucher beurteilt werden. Auch kommt es oft zu technischen Problemen.

7.3.2 Manschette

Die Manschettenbreite hängt vom Alter und vom Armumfang des Patienten ab. Es gibt folgende Breiten, um eine genaue und patientenspezifische Blutdruckmessung führen zu können:

- Säuglingsmanschette: 4 cm Klette mit Ein- oder Doppelschlauch
- Kleinkindermanschette: 6 cm Klette mit Ein- oder Doppelschlauch
- Kindermanschette: 8 cm Klette mit Ein- oder Doppelschlauch
- Erwachsenenmanschette: 12 bis zu 20 cm Kletten- oder Hakenmanschette mit Ein- oder Doppelschlauch.



[Abb. 33, 34] Kleinkind- und Erwachsenenmanschette, Sammlung Prof. Florian Heinen

Die aufblasbare Oberarmmanschette wird am Arm des liegenden Patienten über der A. brachialis in Herzhöhe angebracht. Der Unterrand der Manschette sollte dabei ca. 2,5 cm oberhalb der Ellenbeuge liegen. Wichtig ist, wie schon erwähnt, die Verwendung der passenden Manschettengröße, da zu breite oder zu schmale Manschetten zu falsch niedrigen bzw. hohen Messwerten führen können.

Mit Hilfe des Manometers wird die Manschette unter Palpation des Radialispulses so weit aufgeblasen, bis der Puls in der A. radialis verschwindet und der Manschettendruck etwa 30 mm Hg oberhalb dieser palpablen Grenze liegt. Der Manschettendruck wird nun langsam abgelassen und durch Auskultation mit dem Stethoskop über der A. radialis das Auftreten pulssynchroner Strömungsgeräusche (Korotkow-Geräusche) bestimmt. Der systolische Blutdruck entspricht hierbei dem Manometer-Druck beim ersten Auftreten der

Blutdruckmessgeräte

Pulsationsgeräusche, der diastolische Blutdruck dem Druck bei Verschwinden der Pulsationsgeräusche. [1]

8 Otoskop

8.1 Historie

Die Otoskopie (griechisch οὖς = Ohr, σκοπέω = sehen) ist die Betrachtung des äußeren Gehörganges und des Trommelfells. Zur Untersuchung des engen Gehörganges und zur Verhinderung der Sichtbehinderung durch Haare und andere Strukturen, beispielsweise Cerumen oder den Tragus, ist für die Untersuchung ein Ohrtrichter oder ein Otoskop erforderlich. Die Benutzung eines einfachen Ohrtrichters erfordert einen Stirnreflektor oder Stirnspiegel, mit dem Licht in den Ohrtrichter gelenkt werden kann.

Die heute üblichen Ohrtrichter wurden in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts entwickelt und von Anton von Tröltsch (1829-1890) ab 1860 bekannt gemacht. Um das Untersuchungsgebiet ausreichend zu beleuchten, empfahl der westfälische Landarzt Friedrich Hofmann 1841 als Erster die Verwendung eines perforierten Hohlspiegels. Diese Erfindung wurde jedoch nicht allgemein genutzt, erst 1855 wurde dieses Prinzip von Anton v. Tröltsch wieder beschrieben und von ihm energisch verbreitet.

Der Otorhinolaryngologe Ziegler kam auf die Idee, die klinische Untersuchung im HNO-Bereich mit einem Reflektor zu erleichtern, um die Hände für die verschiedenen Untersuchungen frei zu halten. Dabei stellte er fest, dass es der effektivste Weg sei, wenn ein Hohlspiegel das reflektierte Licht bündelt und er durch diesen Punkt schauen könnte. So entstand der 90 mm große Stirn- oder Ohrenspiegel nach Ziegler.

Heute wird er wohl in dieser primitiven Form in den Ländern der westlichen Medizin kaum mehr benutzt, die Idee wurde aber bei vielen elektrisch betriebenen Spiegeln weiterentwickelt. Erst in den 1930er Jahren entwickelte die Berliner Firma Sass Wolf einen elektrischen Ohrenspiegel, der mit Batterien betrieben wurde. Bei diesem Modell lenkte der abgewinkelte Lampenträger Licht in den Gehörgang. Das Instrument wurde Otoskop benannt. Erst Anfang der 1980er Jahre wurden Otoskope von HEINE und Welch-Allyn und später KaWe mit Fiberoptik, das heißt mit einem Glasfaserbündel, ausgestattet, die heute als Standard gelten. [1] [31] [45]

8.2 Funktion und Aufgabe

Das Otoskop dient im Allgemeinen der Inspektion des Gehörgangs und wird auch häufig zur Untersuchung des Mund- und Rachenraumes benutzt. Oskope findet man heutzutage mit konventioneller oder fiberoptischer Beleuchtung und mit bis zu 5 verschiedenen großen Ohrentrichtern von 2,2 mm bis 5,5 mm Größe zum Einmal- oder Dauergebrauch.

Alle modernen Oskope sind heute mit Fiberglasfaseroptik und lichtstarken Krypton- oder Halogenlampen ausgestattet, die eine blendfreie Sicht des Untersuchers ermöglichen. Dabei blickt der Untersucher, ähnlich wie beim ursprünglichen Zieglerspiegel, durch den Brennpunkt der Beleuchtung.

Der Gehörgang ist je nach Alter zwischen 15 und 30 mm lang, so dass eine Vergrößerungslupe, die entsprechend dimensioniert sein muss, benötigt wird, um ein scharfes Bild des Trommelfells zu erzeugen. Eine 3-fache Vergrößerung ist im Normalfall zu empfehlen.

Um Kleinkindern die Angst vor dem blendenden und beim Einführen oft schmerzhaften Instrument etwas zu nehmen, entwickelte BonnaMed in den 1980er Jahren das Stella Kinderscope (s.u.), welches eines der beliebtesten pädiatrischen Instrumente wurde. [1]

8.3 KINDERSCOPE

Zur Untersuchung des Mund- und Rachenraums in der Pädiatrie werden bis auf den heutigen Tag für Kinder angsterregende Lichtinstrumente verwendet.

Nikolaus Fassbender jun. kam auf die Idee, ein kinderfreundliches Otoskop zu entwickeln. Dafür eignete sich nur das HEINE Diagnostikotoskop mit seinem charakteristischen wiederaufladbaren Accuhandgriff. Ein Gesicht aus Messing der Fa. KaWe wurde eingebaut, was einerseits das Otoskop kinderfreundlich machte und anderseits dazu diente, die Blendung zu verhindern.

Als das sog. KINDERSCOPE auf der MEDICA ausgestellt wurde, gab es anfänglich Sorgen, ob die Zusammenarbeit der zwei Konkurrenzfirmen – KaWe und HEINE – funktionieren wird. Das Instrument wurde aber akzeptiert und war sehr erfolgreich.



[Abb. 35] KaWe & HEINE Kinderscope Otoskop nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

Bis zur Herausgabe der FiberOptic-Taschenotoskope von Riester und HEINE war das Kinderscope über Jahre ein der beliebtesten Kinderinstrumente in den Praxen, in denen öfters Kinder untersucht werden sollten.

8.3 STELLA

Mit der Herausgabe der neuen Fiberoptik-Otoskopen [FO] von Rister und Heine ergab sich eine völlig neue Perspektive, ein handliches KINDERSCOPE anbieten zu können.

[Abb. 36] KaWe Stella Otoskop nach Fassbender, Bildersammlung Nikolaus Fassbender jun. [1]



Das STELLA konnte bis dahin aus zwei Gründen nicht mit dem meistverkauften HEINE-Minilux-Otoskop angeboten werden:

1. Der Abgangswinkel des Lichtstrahls im Otoskopkopf hätte dazu geführt, dass das Trommelfell mondsichelähnlich angeleuchtet würde.
2. Die „Gesichter“ passten nicht auf die Otoskopköpfe.

Die ersten FO-Otoskope, die das ermöglichten, brachte die Fa. Riester mit der Rimini-Serie heraus. Die Fa. KaWe folgte wenige Monate später.

Zur Konstruktion sollten viele Kompromisse eingegangen werden. Während bei den Rimini-Otoskopen das Gesicht durch einen kleinen Vorsprung, ähnlich wie beim alten Heine-Diagnostikotoskop, aufgesetzt werden konnte, sollten für die KaWe-Piccolight-Otoskope separate Adapter gefertigt werden. Da aber die Steigungswinkel der Otoskopspitzen unterschiedlich waren, kam es immer wieder bei der Montage zu Schwierigkeiten. Erst ab 2008 wurden passende „Gesichter“ zu den Otoskopspitzen gedreht. [1]

9 Ophthalmoskop

9.1 Historie

Das Jahr 1851 gilt als das Geburtsjahr des Ophthalmoskops, als Prof. Hermann von Helmholtz (1821-1894) einen 50 mm großen Hohlspiegel mit Loch als Durchblick zur Inspektion des Augenhintergrunds erfand. Zur Vergrößerung benutzte er eine 3-fach Lupe, die er vor das Auge des Patienten hielt. Da das Bild vor der Lupe umgekehrt und seitenverkehrt erschien, bezeichnete man diese Untersuchung als die indirekte Spiegelung.

Ferner publizierte 1851 Helmholtz sein Werk „Beschreibung eines Augen-Spiegels“, das die optischen Prinzipien zur Funktion des Ophthalmoskops im Detail beschrieb. Er wies nach, dass ein Ophthalmoskop auf drei wesentlichen Elementen basiert: einer Beleuchtungsquelle, einer reflektierenden Oberfläche, die das Licht Richtung Auge reflektiert und einem Mittel zum Korrigieren eines unscharfen Bildes auf dem Augenhintergrund.

Das Fehlen einer starken, stabilen Beleuchtungsquelle stellte im 19ten Jahrhundert ein großes Problem dar. Eine am Ophthalmoskop befestigte Kerze oder Öllampe wurde während der zweiten Hälfte des 19ten Jahrhunderts von einer Gaslampe ersetzt. Dennoch war dieses Gerät nicht portabel, so dass bei ärztlichen Hausbesuchen bis in das 20te Jahrhundert ältere Modelle mit Kerze oder Öllampe in Einsatz kamen. In diesen Augenspiegeln war ein reflektierender Spiegel hinter und eine stark konvexe Linse vor der Flamme eingebaut, um das Licht zu kondensieren.

1879 präsentierte Thomas Edison (1847-1931) die Glühbirne. Die folgenden Jahren wurden mehrere Ophthalmoskope entworfen und benutzt, die eine Glühbirne als Lichtquelle nutzten. Die ersten Modelle hatten als großen Nachteil deren Unzuverlässigkeit und die kurze Lebensdauer der Glühbirne.

Der Arzt Charles H. May (1861-1943) entwickelte Anfang des 20. Jahrhunderts das nach ihm benannte erste elektrische Ophthalmoskop, bei dem ein erzeugter Lichtstrahl durch ein Prisma umgelenkt und mit dem Blick des Untersuchers vereinigt wurde. Diese wesentlich verbesserte Methode nannte man direkte Spiegelung. Der May-Spiegel war der erste Augenspiegel, der verschiedene Plus- und Minuslinsen erhielt, die man entsprechend einstellen konnte. [1] [32] [33] [56] [57] [58] [59]

9.2 Physikalische Grundlagen

9.2.1 Geometrische Optik

In der geometrischen Optik geht man modellhaft davon aus, dass sich das Licht geradlinig ausbreitet. Nach dem Huygens-Prinzip ist jeder Punkt der Wellenfront Ausgangspunkt von Elementarwellen, deren Überlagerung eine neue Wellenfront ergibt. Daraus ergeben sich zwei Grundsätze der geometrischen Optik:

- Reflektionsgesetz: 1. Einfallswinkel und Ausfallswinkel sind gleich. 2. Einfallender Strahl, Einfallslot und reflektierter Strahl liegen in einer Ebene.
- Brechungsgesetz: 1. Einfallender Strahl, Einfallslot und gebrochener Strahl liegen in einer Ebene. 2. Für die Richtungsänderung gilt (n_1 und n_2 sind die Brechzahlen der beiden aneinander grenzenden Medien): $\sin_1/\sin_2 = n_2/n_1$.

Die Faseroptik basiert auf diesen Reflektionsgesetzen: Fällt durch ein Bündel feiner Glasfäden Licht, so kann es nur durch die Stirnfläche der Fäden am anderen Ende wieder austreten. Auf Seitenflächen der Glasfäden trifft es immer nur mit Winkeln jenseits der Totalreflektion auf und wird somit längs der Glasfäden (durch tausende Spiegelungen) geleitet.

Beim Übergang von einem optisch dünneren zu einem optisch dichteren Medium wird das Licht zum Einfallslot hin gebrochen; der Brechungswinkel ist dann kleiner als der Einfallswinkel. Fällt das Licht aus einem optisch dichten Medium in ein optisch dünneres, so wird es vom Einfallslot weg gebrochen. Bei jeder Lichtbrechung ändern sich Ausbreitungsrichtung, Wellenlänge und Geschwindigkeit des Lichtes, während die Frequenz (Farbe) erhalten bleibt.

Reelles und virtuelles Bild: Bei einer reellen optischen Abbildung schneiden sich alle aus einem Punkt P ausgehenden Lichtstrahlen im Punkt P'. Solche Abbildungen können zum Beispiel durch Linsen vermittelt werden. Ein virtuelles Bild erhält man beim Blick in einen Spiegel: Das Auge sucht das Bild in der geradlinigen Verlängerung der vom Gegenstand ausgehenden Strahlen.

Brennpunkt, Brennweite und Bildkonstruktion: Fällt paralleles Licht auf eine Sammellinse, so vereinigen sich alle Strahlen hinter der Linse im Brennpunkt F. Der Abstand zwischen Linse und Brennpunkt heißt Brennweite f. Die reziproke Brennweite heißt Brechkraft $D = 1/f$ (Einheit Dioptrie, dpt = 1/m). Für eine Zerstreuungslinse liegt der Brennpunkt auf der Gegenstandsseite. Zur Bildkonstruktion bei Linsen dienen drei ausgewählte Strahlen. Der

Ophthalmoskop

Mittelpunktstrahl geht durch den Linsenmittelpunkt und wird nicht gebrochen. Der Parallelstrahl verläuft hinter der Linse durch den Brennpunkt, und der Brennpunktstrahl verläuft bildseitig achsenparallel.

Die Linsengleichung stellt einen Zusammenhang zwischen Gegenstandsweite g , Bildweite b und Brennweite f her: $1/g + 1/b = 1/f$. Je nach Verhältnis dieser Größen ist das Bild verkleinert, kongruent oder vergrößert:

Gegenstandsweite	Bildweite	Bild
$g > 2f$	$f < b < 2f$	verkleinert, reell, umgekehrt
$g = 2f$	$b = 2f$	kongruent, reell, umgekehrt
$2f > g > f$	$b > 2f$	vergrößert, reell, umgekehrt

[Tab. 1] Zusammenhang zwischen Gegenstandsweite g , Bildweite b und Brennweite f

Schaltet man Linsen der Brennweiten f_1 und f_2 nacheinander, so addieren sich ihre Brechkräfte zu $D = D_1 + D_2$, das heißt $1/f = 1/f_1 + 1/f_2$.

Linsenfehler: Bei der Abbildung mit Linsen treten so genannte Linsenfehler auf:

- Sphärische Aberration: Die Randstrahlen haben eine kleinere Brennweite als die achsnahen Strahlen.
- Chromatische Aberration: Blaues Licht wird stärker als rotes Licht (größere Wellenlänge) gebrochen.
- Astigmatismus: Durch unterschiedliche Krümmungen der Linse (in horizontaler und vertikaler Richtung) wird ein Punkt als Linie abgebildet. Der Extremfall tritt bei einer Zylinderlinse auf.

9.2.2 Prisma

Beim Strahlengang durch ein Prisma wird das Brechungsgesetz zweimal wirksam. Die unterschiedlichen Farben (Wellenlängen) erfahren unterschiedliche Ablenkungen. Die Abhängigkeit des Brechungsindex n von der Wellenlänge des Lichtes nennt man Dispersion. Diese spektrale Zerlegung des Lichtes ist auch durch Beugung am optischen Gitter zu erreichen.

9.3.3 FarbfILTER

Auch mithilfe von Farbfiltren kann aus weißem Licht farbiges erzeugt werden. Absorptionsfilter absorbieren bestimmte Anteile des sichtbaren Spektrums, so dass das transmittierte Licht eine Mischfarbe der nicht absorbierten Spektralanteile darstellt. Eine weitere Möglichkeit zum Filtern bestimmter Lichtanteile stellen Interferenzfilter dar. Sie lassen nur schmale Spektralbereiche durchtreten. Allerdings kann es bei schrägem Lichteinfall zu einer Verschiebung des Spektrums kommen. [34][35]

9.4 Funktion und Aufgabe

Die Ophthalmoskopie gehört zu einer der am schwierigsten beurteilbaren Untersuchungen. Es gehört jahrelanges Training und praktische Erfahrung dazu, die einzelnen Krankheitsbilder richtig zu deuten. Sie ist nichtsdestoweniger die unkomplizierteste Methode, damit ein erfahrener Arzt beispielsweise Gefäße der Netzhaut betrachten kann, um somit zahlreiche Erkrankungen zu erkennen und zu diagnostizieren.

9.4.1 Indirekte Spiegelung

Sie war die erste brauchbare Methode, das Auge zu untersuchen. Aus einer Entfernung von ca. 50 cm wird mittels einer Lichtquelle und einer in 2-10 cm vor das Patientenauge gehaltenen Lupe jeweils ein beleuchteter Ausschnitt des Augenhintergrundes betrachtet.

So können die Netzhaut, der Sehnerv, die Gefäße, die Macula lutea und die Netzhautperipherie gut beurteilt werden. Trotz der schwächeren Vergrößerung lässt sich bei der indirekten Ophthalmoskopie ein besserer Überblick schaffen. Im Gegensatz zur direkten Ophthalmoskopie ist auch eine stereoskopische, dreidimensionale Beurteilung möglich.

9.4.2 Direkte Spiegelung

Mittels eines hochwertigen Prismas wird der Blick des Untersuchers mit dem umgelenkten Lichtstrahl des Ophthalmoskops vereinigt und der Arzt kann sich ein Bild des Augenhintergrundes in starker Vergrößerung verschaffen. Die Papille kann nach Farbe, Form, Größe und Grenzen beurteilt werden, ebenso die Gefäße des Augenhintergrunds.

Mittels verschiedener Plus- und Minuslinsen (2, 3, 4, 6, 8, 10, 15 und 20), die bei den verschiedenen Modellen eingebaut werden, kann man nicht nur die eigene und die

Ophthalmoskop

Fehlsichtigkeit des Patienten ausgleichen, sondern auch Kurz- und Weitsichtigkeit des Patienten grob bestimmen. [1] [3]

Je nach Anspruch und Fachgebiet gibt es die verschiedensten Ausführungen mehrerer Hersteller wie HEINE, Welch-Allyn, Riester und KaWe. [1]



[Abb. 37] Loring-Ophthalmoskop mit verschiedenen Lupen und Rekoss-Diskus, Sammlung Prof. Florian Heinen

10 Sonstige Instrumente

10.1 VARIOFIX

Die rasche Entwicklung der Laboruntersuchungen der 70er Jahre machte es nötig, einen vernünftigen und in der Praxis akzeptablen Venenstauer zu konstruieren.

Verbreitet waren damals die Latexschläuche, die nicht nur unhygienisch und klebrig sind, sondern auch meistens den Patienten enorme Schmerzen verursachen. Dazu ist es schwierig, die Schläuche zu bedienen, ohne beide Hände frei zu haben.

Eine Alternative bot der Ulrich-Bügelstauer. Er besitzt eine Filzpolsterung, die zwar gegen Einquetschungen schützt, aber schnell durch Schweiß und Blutreste verschmutzt wird.

Die einzige Ausnahme stellte der graue Prämeta-Stauer dar, der auf einem einfachen Wippeffekt basierte. Er war jedoch für das Anlegen eines venösen Zugangs nicht geeignet, da er durch das umständliche Ziehen des Gurts durch das Metallgehäuse mit der Infusionsstelle in Berührung kam.

Nikolaus Fassbender jun. kam im Jahre 1968 auf die Idee, den Gurt durch eine Trommel laufen zu lassen. So wurde der VARIOFIX-Trommelstauer geboren und er war gleich bei den medizinischen Fachkräften beliebt.



[Abb. 38] VARIOFIX nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

Erst später kamen die diversen Stauer mit Metall- und Kunststoffgehäuse auf den Markt, die alle eine sofortige Entstauung bewirken. [1]

10.2 VARIODUCT

Die Entwicklung der Diagnostik im Bereich der klinischen Chemie, Mikrobiologie, Biochemie sowie der Pathologie in den 1970er Jahren forderten eine neue und effektive Laborausrüstung.

Verschiedene Präparate sollten auf dem Objektträger effizient gefärbt und untersucht werden.

Auf dem Markt gab es nur die Farbbrücke von der Fa. Hecht, die auf die Standardglasschale 22x15 cm aufgesetzt wurde. So stand die Brücke stets fast 10 cm über dieser Schale und es war nicht zu verhindern, dass die aggressiven Lösungen die nebenliegenden Objektträger sowie das Personal selbst verschmutzten.

Nikolaus Fassbender jun. kam auf die Idee, eine Treppe zu konstruieren, die tief in der Schale hing und auf einfachste Weise umgehängt werden konnte. So entstand die VARIODUCT-Färbebrücke.

Weiterer Vorteil war, dass kein Objektträger einen anderen berühren konnte.



[Abb. 39] VARIODUCT nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen

Später, mit der Einführung der Fertigfärbetests Testimplets, verlor VARIODUCT an Bedeutung.

[1]

11 Ausstellung

Der Zusammenhang zwischen Zugänglichkeit und Kommunikation – den beiden wichtigsten Parametern zur Gestaltung einer Ausstellung, ist kein additiver, sondern ein simultan-vernetzter, dialektischer Prozess, der als Ziel die Entwicklung eines Dialogs zwischen der verbal-konzeptionellen und der visuell-gegenständlicher Rhetorik setzt.

Mittelpunkt des Konzeptes ist der Mensch, dessen seelische, geistige und körperliche Fähigkeiten alle in Betracht genommen werden sollen. In diesem Sinne basiert das Gelingen der Ausstellung nicht nur auf der ästhetischen, räumlichen Gestaltung der Objekte, sondern auf der richtigen Interaktion zwischen Besucher und Gegenstand.



[Tab. 2] Flussdiagramm des Konzeptes der Ausstellung [60]

Diese Dauerausstellung dient der Dokumentation, Archivierung und Bewahrung von Instrumenten für die klinische Untersuchung und folgt dem Weg von deren Ursprung bis hin zur Perfektion des 21. Jahrhunderts – von den groben, schweren Metallwerkzeugen bis zum Weg der Entwicklung von „kinderfreundlichen“ Instrumenten.

Die Übermittlung von Informationen und Fakten zielt nicht nur auf das hochqualifizierte Publikum von Wissenschaftlern und Akademikern aus dem Gebiet der medizinischen Wissenschaften, sondern auch auf Kinder, Eltern und insgesamt auf Menschen, die in ihrem Alltag nicht mit solchen Gegenständen konfrontiert sind.

Ein großer Vorteil der Verwendung von Objekten in der Lehre ist, dass, im Gegensatz zu gedruckten Materialien, Gegenstände weder altersspezifisch noch an eine bestimmte Klassenstufe gebunden sind. In anderen Worten, Besucher müssen nicht eine bestimmte Ebene der konzeptionellen Entwicklung erreicht haben, um in der Lage zu sein, ein Objekt zu sehen und sich in einem pädagogisch reizvollen Gespräch darüber zu äußern. Damit ist nicht gemeint, dass jeder Gegenstand gleichermaßen interessant für Menschen aller Altersgruppen sei. Dennoch: Viele Objekte - zum Beispiel ein Stein oder ein Reflexhammer - könnten mit gleichem Erfolg in einer Grundschulklasse und in einer Vorlesung der medizinischen Fakultät

verwendet werden. Gäste aller Altersgruppen und Bildungsstufen sehen ein bestimmtes Objekt durch die Augen ihrer eigenen Erfahrung und sie werden ihre eigenen Fragen darüber stellen und ihre eigenen Beobachtungen entwickeln. Diejenigen von einem kleinen Kind werden sich wahrscheinlich von denen eines medizinischen Professors unterscheiden. Dies bedeutet nicht zwangsläufig, dass die Beobachtungen der Ersterwähnten weniger akkurat oder weniger gültig als die der Letzteren sein würden.

11.1 Konzeption

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Entwicklung von prinzipiellen Gestaltungsansätzen anhand der ermittelten Grundlagen.

Im Allgemeinen sollen originale Exponate anhand eines Inventars ausgestellt werden. Die Ausstellung möchte einen musealen, einen didaktischen und zum Teil einen szenischen Charakter in sich vereinen. Museale und didaktische Präsentation ist im Sinne einer geschützten Demonstration einer Sammlung verfügbarer, originaler Ausstellungsgegenstände und Informationen zu verstehen. Die szenische Präsentation beinhaltet historische Erlebnisse, dargestellt durch Multimedia.

Zur Übermittlung der Informationen wird ein Kurzführer (Printmedium) dienen, der Rundgang wird individuell und frei wählbar sein. Ferner werden die Beschriftungen der Exponate sowie verschiedene Informationsflächen und mediale Vermittlungen zusätzliche Informationen anbieten.

11.1.1 Grundlagenermittlung

Raum	Thema	Inhalt	Präsentationsziel	Exponat	Installation
Treppenhaus 1. Etage	Instrumente der klinischen Untersuchung	Neurologische	Erläuterung der	Reflexhammer	Schaukasten
		Untersuchung	Entwicklung und	Stimmgabel	Demonstration
		Untersuchung	Funktion der	Schmerzprüfer	
		der Sinnesorgane	Instrumente	Nystagmustrummel Retinascheibe Otoskop Ophthalmoskop	
Treppenhaus 2. Etage	Instrumente der klinischen Untersuchung	Kardiologische	Erläuterung der	Stethoskope	Schaukasten
		Untersuchung	Entwicklung und	Blutdruckmesser	Demonstration
		Untersuchung	Funktion der		Herz-
		der Atemwege	Instrumente		Atemgeräusch- Simulator

[Tab. 3] Grundlagenermittlung für die Ausstellung der klinischen Instrumente

11.1.2 Positionierung

Die Ausstellung wird im Treppenhaus des integrierten sozialpädagogischen Zentrums München des Klinikums der Ludwig-Maximilians-Universität gezeigt.

11.2 Entwurf / Design

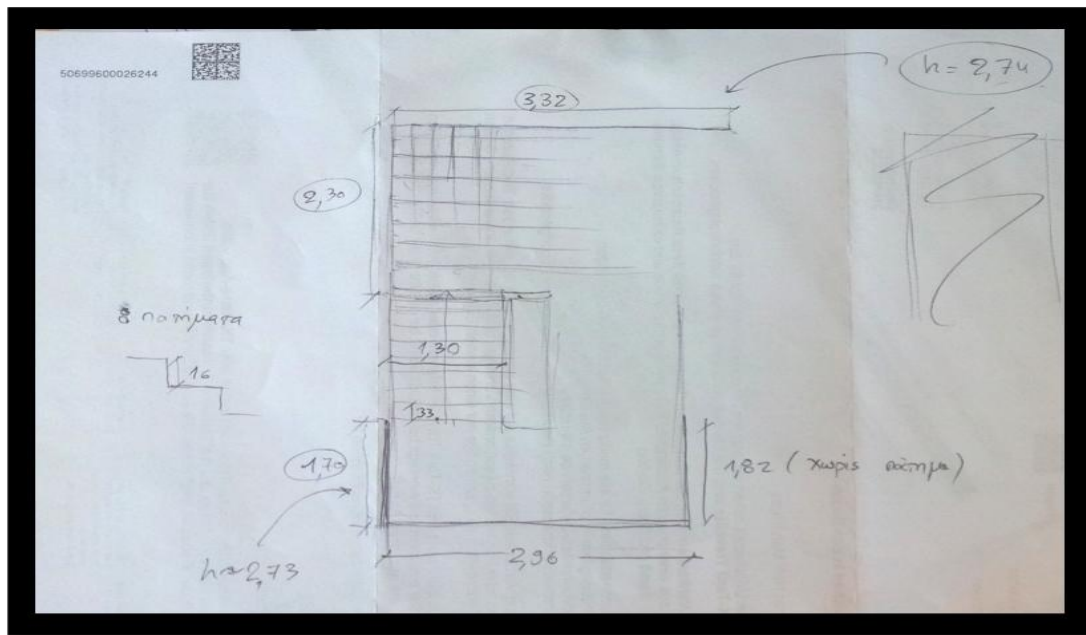
„Wenn man zeichnet,
dann kann man
nur das zeichnen,
was man weiß.“

Peter Eisenmann, Architekt

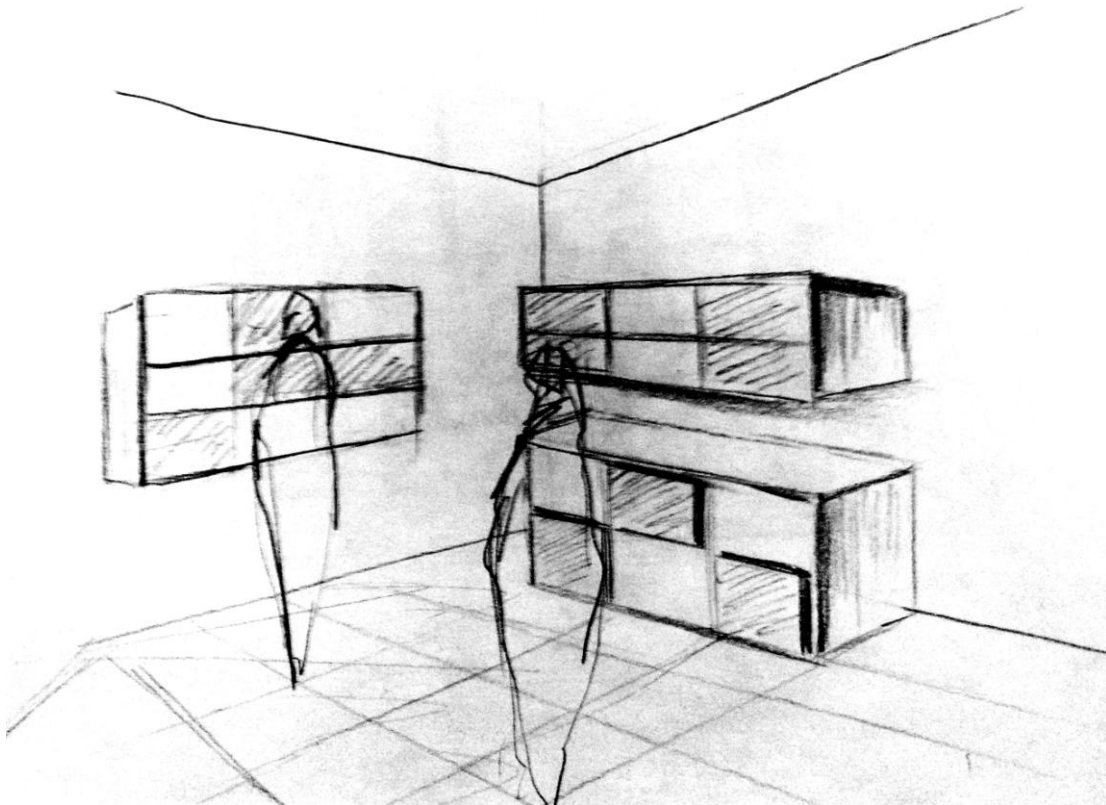
Der Prozess des Entwerfens beinhaltet die Generierung von Ideen, die Entwicklung dieser Ideen zu Skizzen und Zeichnungen und deren Simulation in der Realität anhand von Modellen.

Der ganze Prozess soll in drei Phasen entstehen: In der Vorbereitungsphase wird Rohmaterial gesammelt. In der Inkubationsphase entstehen aus verschiedenen Ideen Ansätze und die Auswahl des Materials wird verfeinert und fokussiert. Letztlich kommt die Verwirklichungsphase – eine Idee wird verwirklicht. Es entsteht ein fließendes Verfahren, in dem Handeln und Bewusstsein zu einem konzentrierten Arbeitsprozess verschmelzen.

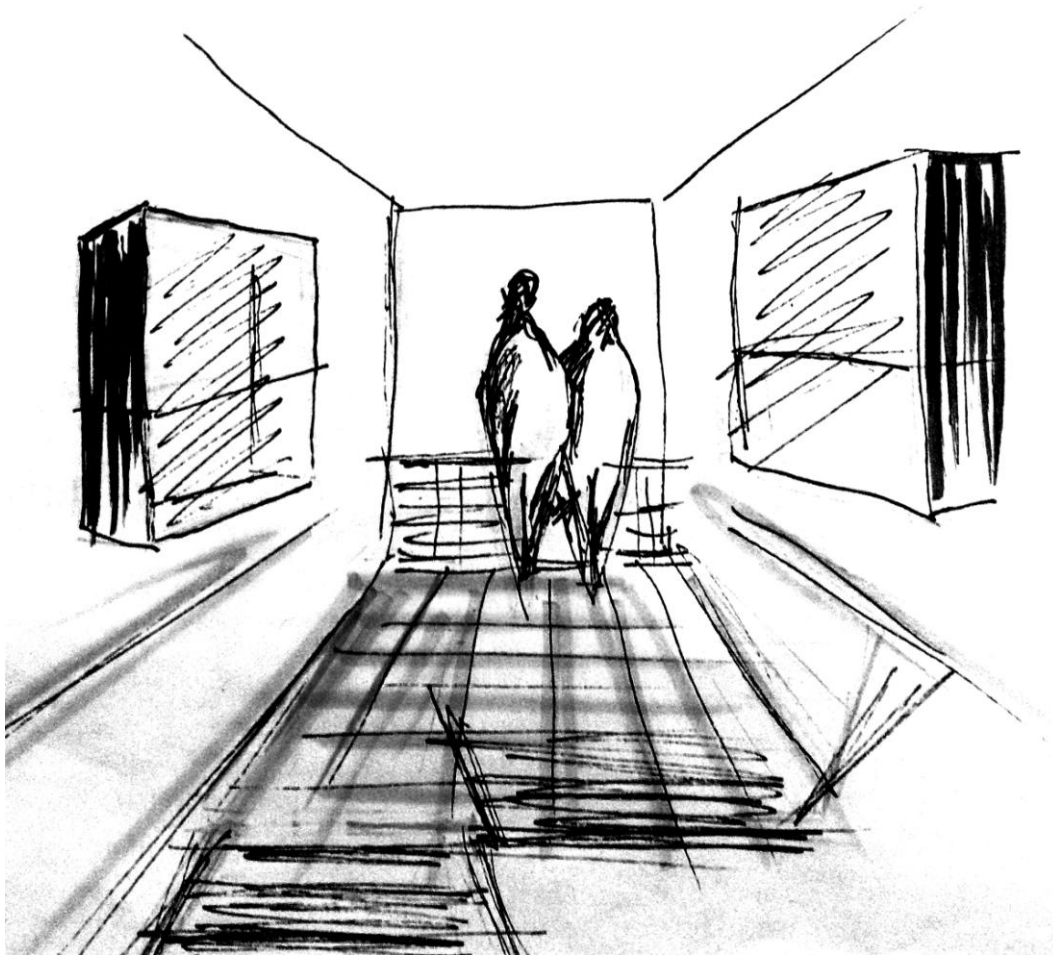
11.2.1 Skizzen und Zeichnungen



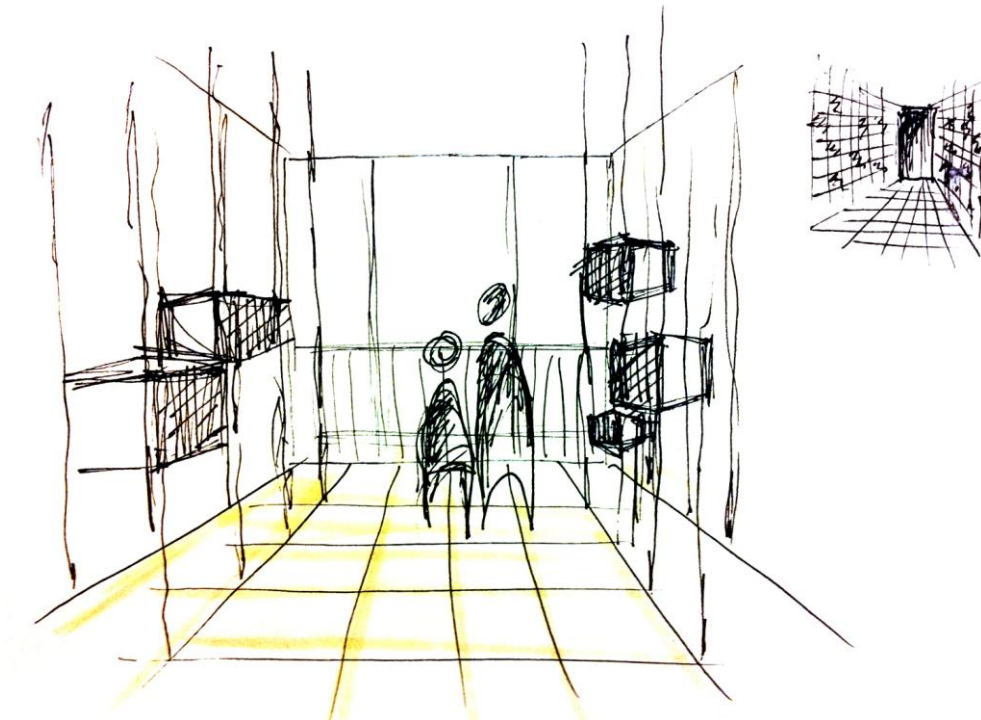
[Abb. 40] Handgezeichneter Grundriss des Treppenhauses des iSPZ München, Dipl.-Ing. Mary Xenaki



[Abb. 41] Handgezeichnete dreidimensionale Darstellung der Ausstellung, Dipl.-Ing. Mary Xenaki



[Abb. 42] Handgezeichnete dreidimensionale Darstellung der Ausstellung, Dipl.-Ing. Mary Xenaki



[Abb. 43] Handgezeichnete dreidimensionale Darstellung der Ausstellung, Dipl.-Ing. Mary Xenaki

11.2.2 Modelle und Simulationen



[Abb. 44] Simulation Treppenhaus – Schaukasten iSPZ München, Adobe Photoshop, Dipl.-Ing. Mary Xenaki



[Abb. 45] Simulation Flur – Schaukasten iSPZ München, Adobe Photoshop, Dipl.-Ing. Mary Xenaki

11.3 Planung

„Man darf beim Zeichnen eines Grundrisses nie vergessen, dass es das menschliche Auge ist, welches die Wirkung aufnimmt [...] und das befindet sich in einer Höhe von 1,70 Meter und ist ständig in Bewegung.“

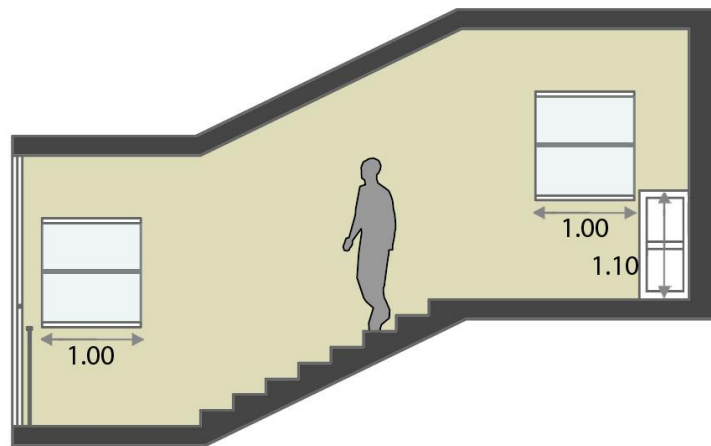
Le Corbusier, Vers une Architecture, Paris 1922

Zur Planung einer Ausstellung bedarf es der Entwicklung einer geeigneten Arbeitsstrategie. Eine detaillierte Vorbereitung ist sehr wichtig, fundamentale Entscheidungen sollten fallen, so dass Ideen, Entwürfe und Lösungsansätze bis zu dem Punkt ausgearbeitet und konkretisiert werden, an dem sie in der Praxis angewendet werden können.

11.3.1 Grundrisse

Funktionen folgender Grundrisse:

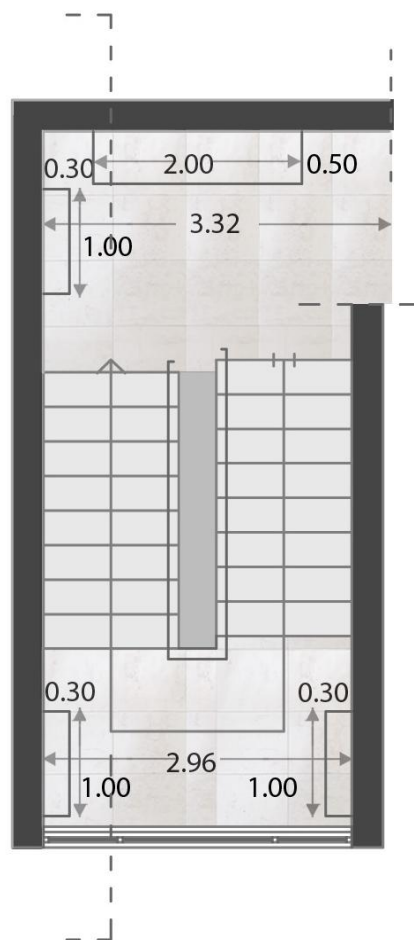
- Verortung von Inhalten
- Verortung von Ausstellungselementen
- Verortung von Nutzungszonen
- Verortung von Medien
- Verortung von Installationen
- Lichtplanung
- Kommunikationsplanung
- Besucherwege



SCHNITT 1:100

[Abb. 46] Schnitt 1:100 Treppenhaus iSPZ München mit Schaukasten, AutoCAD, Dipl.-Ing. Mary Xenaki

[Abb. 47] Plan 1:100 Treppenhaus iSPZ München mit Schaukasten, AutoCAD, Dipl.-Ing. Mary Xenaki



PLAN 1:100

11.3.2 Licht

In dieser Ausstellung wird eine synergetische Beziehung zwischen Kunst- und Tageslicht bestehen, die in Zusammenhang mit der Integration der visuellen Medien eine besondere Rolle spielen wird. Ziel der Konzeption ist die Unterstützung der Ausstellung mittels Licht.

Die Lichtplanung bezieht die konservatorischen Aspekte sowie die Adaptation der Besucher zwischen den unterschiedlichen thematischen Räumen ein.

Da die Ausstellung in einem Treppenhaus mit großen Fenstern stattfindet und die Exponate hauptsächlich während des Vormittags sowie frühen Nachmittags besucht werden, ist das Tageslicht eine essentielle Lichtquelle. Vor allem dreidimensionale Objekte können im Sonnenlicht gut betrachtet werden, wenn scharfe Schattierungen entstehen.

Da aber das Tageslicht die Tendenz zu unkontrollierbaren und unvorhersehbaren Veränderungen hat, empfiehlt sich die Installation von hellfarbigen, weißen Jalousien sowie von kleinen Spotlichtern in den Schaukästen zur kontrollierten Beleuchtung der Exponate unter Berücksichtigung der konservatorischen Bedingungen. Niederspannungsspotlichter mit einem Strahl von hellem Licht sind ideal für die Illumination kleiner Objekte.

Zur der sonstigen Beleuchtung der Ausstellung gehören die Lichter des Hauses für Arbeits- und Reinigungszwecke. Eine Notbeleuchtung ist einsatzbereit, falls eins der anderen Systeme versagt.

11.3.3 Neue Medien

Um einen genuine Dialog mit den Ausstellungsinhalten, Objekten und Artefakten zu ermöglichen, wurden einige neue Medien ausgewählt, die den Besuchern je nach Altersgruppe eine explorative, eine narrative, eine spielerische und eine faktische Unterhaltung bieten.

Aktivitäten können insgesamt ein wichtiges Konzept einführen. Eine Kombination aus Aktivitäten, die Begegnungen mit den Exponaten gestalten und in einer Tätigkeit durch Aufgaben vertiefen und bereichern, können dazu beitragen, den Bildungsprozess interessanter zu machen.

Ein Simulator für Herz- und Lungengeräusche auf der Etage der ausgestellten Stethoskope kann die Gäste mit der Technik der Auskultation sowie mit dem Aufbau des Stethoskopes vertraut machen. Ein weiterer Schritt ist die Ermöglichung einer gegenseitigen Auskultation.

Ausstellung

Somit werden eine genaue Beobachtung gefördert und auf unmittelbare Reaktionen zugegriffen.

Im Bereich der neurologischen Untersuchung könnte das genaue Auslösen der Reflexe mit einem Reflexhammer über ein Video demonstriert werden. Wenn es den Gästen ermöglicht wird, sich gegenseitig mit dem Reflexhammer zu untersuchen, kann man dies auf Video aufzeichnen und damit die genaue Beobachtung fördern.

11.3.4 Lenkung des Besucherstroms

Es besteht ein natürlicher, logischer Weg, der die Besucher über das Treppenhaus des Gebäudes führt, in dem die Ausstellung aufgebaut ist. Die Wegführung ergibt sich auch aus dem Inhalt der Ausstellung, der sich in drei verschiedene Kategorien teilt: Stethoskope, Reflexhämmer und sonstige Instrumente der klinischen Untersuchung.

11.3.5 Farbe

Aufgrund der Tatsache, dass die Ausstellung eine intime, entspannende und einladende Farbe benötigt, aber auch eine leichte, offene Atmosphäre und eine Farbabstimmung gegenüber den umliegenden Fluren, ist eine irdene Farbe wie Ocker als Farbe der Wände im Hintergrund zu erwägen.

Zu der Farbe- und Materialienbeschreibung der Innenfläche der Schaukästen siehe Kapitel 11.3.6 Installation der Objekte und konservatorische Bedingungen.

11.3.6 Installation der Objekte und konservatorische Bedingungen

Die hauptsächlichen Flächen der Ausstellung werden auf dem Treppenhaus (Bewegungszone) und auf den Fluren des ersten und zweiten Geschosses des integrierten sozialpädiatrischen Zentrums in München entwickelt. Das Konzept dient der Verfolgung der Ausstellungsinformationen zusammen mit der Bewegung des Nutzers beim Hinaufgehen auf der Treppe.

Im Treppenabsatz gibt es zwei orthogonale Ausstellungsvitrinen, die eine Höhe von 1,10 m, eine Länge von 1,00 m und eine Tiefe von 0,25 m haben. Es handelt sich um eine Holzkonstruktion mit zwei Fächern, um die Ausstellungsobjekte aufzustellen, und einer Glasscheibe als äußerem Schutzelement. Die Farbe ist dunkel Ocker, das einen guten Zusammenhang mit der Wand ausbildet.

Ausstellung

In den anderen Ebenen findet man eine ähnliche Möblierung mit den gleichen Dimensionen. Im Flur des ersten Stocks steht zusätzlich zu den Schaukästen ein multifunktionales Möbel mit verschiedenen Schubladen in unterschiedlichen Höhen. Seine Dimensionen sind 2,00 m Länge, 1,10 m Höhe und 0,50 m Tiefe. Die Schubladen enthalten Werkzeuge, sind aber mit einer Glasscheibe abgedeckt und bieten die Möglichkeit, die dazugehörigen Informationen zu lesen, oder zu hören, indem man ein elektronisches Medium bedient. Über diesem Möbel gibt es eine große Tafel von 0,80 x 2,00 qm mit angehängten Folien, die entsprechend der Seiten eines Buches umgewendet werden können. Das verwendete Material ist Kunststoff mit glatter Oberfläche und metallischen Details. Die Farbe des Hauptmöbels ist dunkel ocker und die Schubladen sind hell grau. Die Elemente der Tafel sind aus Metall und Glas.

Die Konstruktion der Ausstellungsmöbel soll die Objekte vor Diebstahl oder Schäden schützen, ein reguliertes Mikroklima bieten, das den konservatorischen Bedingungen entspricht, und für den Besucher nicht störend sein.

Ferner, da die Ausstellung auch für Kinder gedacht ist, sollte die Höhe der Vitrinen 170 cm nicht überschreiten. Schlösser sollten installiert werden, aber die Objekte sollen auch für das Personal schnell zugänglich sein. Letztendlich soll die Lichtstärke adäquat sein, damit die Objekte gut vom Besucher erkannt werden können.

Um Probleme zu minimieren sollten auch andere Parameter in Betracht genommen werden. Da das Glas Licht reflektieren kann, sollen zu Verringerung oder Beseitigung dieses Problems Spots mit großer Sorgfalt positioniert werden, Vitrinen nicht einander gegenüber mit einem kleinen Abstand aufgestellt werden. Das Glas kann in verschiedenen Winkeln geneigt werden und die Stärke des Umgebungslichts kann verringert werden.

Ein weiteres Problem stellt ein Schaukasten dar, der staubdicht und gleichzeitig leicht zugänglich sein sollte. Schiebetüren können in dieser Hinsicht besonders schwierig sein. Gleich ob der Zugriff von vorne, hinten, seitlich oder oben erfolgen soll: die Punkte der Berührung der beweglichen Teile müssen in einer Weise ausgeführt sein, dass eine wirksame Staubdichtung gewährleistet wird. Wenn sich die Temperatur der Luft im Inneren eines Schaukastens durch die Wärme der Beleuchtung oder durch die Sonneneinstrahlung erhöht, dann kann sie sich dehnen. In der Nacht oder wenn die Lichter ausgeschaltet sind, kühlt sich die Hülle ab, und während die Luft kontrahiert, saugt sie Staub und andere Schadstoffe durch jede Öffnung. Um dem entgegenzuwirken, sollten Schaukästen mit entsprechend gefilterten

Ausstellung

"Breathers" ausgestattet werden. Alternativ können sie durch eine konstante Zufuhr von gefilterter Luft unter leichten Druck gesetzt werden.

Die meisten Instrumente bestehen aus Metall, Plastik, Glas und Holz. Folgende konservatorische Parameter kommen für die Temperatur, Luftfeuchte und Lichtstärke in Betracht:

Objekt	Temperatur	Luftfeuchte	Lichtstärke	Anmerkung
Metall	18-22°C	45-50%		Schutz vor Kondensation
Plastik, Glas	18-22°C	45-50%		Kunstlicht, IR-, U-Schutz
Holz	18-22°C	55±2%	150 Lux max.	Auf Ultraphan-Film oder Nessel

[Tab. 4] Konservatorische Parameter, entnommen und modifiziert von Bertron, Schwarz, Frey: *Ausstellungen Entwerfen / Designing Exhibitions: Kompendium für Architekten, Gestalter und Museologen / Compendium for Architects, Designers and Museum Professionals*, Birkhauser Basel, 2. Auflage, 2012

11.3.7 Typographie und Grafik

Bei der Entwicklung der begleitenden Texte zur effizienten Informationsvermittlung bezogen auf die Exponate werden folgende Eigenschaften empfohlen:

Förderung der Exploration

Der Gallery Text kann die Besucher aktiv ermutigen, die Objekte zu explorieren, nicht nur durch den Einsatz von Fragen, sondern auch, indem visuelle Aufgaben gestellt werden.

Beispiel: Unterscheiden zwei Reflexhämmer voneinander

Schauen Sie nach der unterschiedlichen Länge und Stoffqualität des Hammerstiels und des Hammergriffs: die Elastizität, die Kraft und die Beschaffenheit, die die neurologische Untersuchung bei unterschiedlichen Altersgruppen deutlich erleichtern.

Dem einleitenden Text sollten dann Punkte folgen, durch die die Gäste zu einem genauen Explorieren zweier unterschiedlicher Reflexhämmer veranlasst werden:

- Schlagkopf mit zwei Schlagflächen

Ausstellung

- Schlagkopf mit Gummiring ausgestattet
- Kopflast 80 g
- Schlagfläche-Durchmesser 30 mm
- Hammerstiel aus Metall
- Hammergriff aus Kunststoff
- Hammerende mit Babinski-Spitze ausgestattet

Die Listenart mit Aufzählungszeichen stellt einen guten Weg zur Zerlegung von Informationen dar und hilft den Besuchern den Text zu erfassen.

Verwendung von Untertiteln und Schlüsselwörtern

Die Verwendung von Untertiteln oder hervorgehobenen Schlüsselwörtern kann für die Besucher nützlich sein, um Museumstexte zu überfliegen.

Beispiel: ...Der Reflexhammer dient der neurologischen Untersuchung. Je nach Art des Hammers kann der Kliniker Reflexe auslösen, die verschiedenen Sensibilitätsqualitäten überprüfen, sowie - falls vorhanden – einen Babinksiereflex auslösen...

Kürze

Prägnant zu bleiben ist eine der härtesten Forderungen und dabei oft eine der am schnellsten aufgegebenen Qualitäten, wenn es darum geht, eine gute Beschriftung zu erstellen. Da die Ausstellung zum Teil auf einer Archivierungsarbeit basiert, ist dieses Ziel dennoch erreichbar.

Beispiel: SATURN-Reflexhammer

- Schlagkopf: Kugel, Messing
- Kopflast 115 g
- Flexibler Ganzkunststoffgriff
- Entstehungsjahr 1984
- Erscheinungsjahr 1986
- Erfinder: Nikolaus Fassbender jun., Georg Kirchner

11.3.8 Marketing

Museen sollten nach Wegen suchen, um eine breitere Öffentlichkeit zu erreichen, Gemeinschaftsbindungen zu knüpfen und effektiv mit alternativen Anbietern von Freizeit- und Bildungsaktivitäten zu konkurrieren. Sie engagieren sich in Zielsetzung und strategischer Planung und Marketing, um eine bessere Sichtbarkeit und ein breiteres Publikum zu erreichen und die Einnahmen zu erhöhen. Der Kern der Herausforderung besteht darin, die richtigen Entscheidungen für Ziele und Strategien zu treffen und adäquate Mittel bereitzustellen.

Eine Strategie, um die Erfahrungen der Besucher in unserer Ausstellung zu vertiefen, ist die Generierung von Erlebnissen aus Tätigkeiten, bei denen sie sich direkt beteiligen können. Eine intensive Sinneswahrnehmung, bestehend aus der Kombination von Anblick, Klang und Bewegung, bietet den Gästen Räume, in die sie selbst eindringen können, anstatt sich nur als bloße Zuschauer zu fühlen und sich demensprechend verhalten. So bietet zum Beispiel die Möglichkeit, die verschiedenen Herz- und Lungengeräusche unter Verwendung von verschiedenen Arten von Stethoskopen zu auskultieren und dann sich gegenseitig zu untersuchen, ungewöhnliche Stimuli an, die die Ausstellung interessant und unvergesslich gestalten.

Eine weitere Strategie legt den Schwerpunkt auf der Ausbildung einer größeren Zielgruppe / Gemeinschaft. Die Ausstellung zeigt medizinisches Erbe, die Geschichte dieser Gemeinschaft und große Erfolge des Erfindergeists und der Technologie. Sie zielt darauf ab, von unmittelbarem Interesse und eine praktische Hilfe für alle Gäste zu sein, die sie besuchen.

Folgende Marketing-Instrumente und Techniken werden außerdem in dieser Ausstellung verwendet:

Recherche und Analyse der Umgebung: Kliniken der Ludwig-Maximilians-Universität München Innenstadt, aber auch das Gebäude selbst – iSPZ – bieten ein breites Spektrum von qualifizierten Akademikern – Ärzte, Studenten, medizinisches Fachpersonal – aber auch von Besuchern und Gästen des Klinikums, die nicht vom Fach sind – Eltern, Kinder, Personal. Des Weiteren befindet sich die Ausstellung in der Nähe des Instituts für Ethik, Geschichte und Theorie der Medizin der Ludwig-Maximilians-Universität München und bietet Historikern und Interessenten ein Thema, wie es in der näheren, aber auch weiteren Umgebung seinesgleichen sucht.

Ausstellung

Targeting und Positionierung: Die unterschiedlichen Segmente der Ausstellung zielen spezifisch auf klinische Mediziner. Zwischen den unterschiedlichen Fachspezialisierungen sind vor allem Neurologen, Kardiologen, Pneumonologen, Kinderärzte und Medizinhistoriker sowie Studenten mit Interesse an Weiterbildungen in diesen Fächern noch spezifischer angesprochen. Dennoch ist die Demonstration für andere Richtungen wie Physiker, Physiologen, Ingenieure medizinischer Instrumente oder einfach Eltern und Kinder von Interesse. Zur Positionierung siehe Recherche und Analyse der Umgebung.

Produkt, Ort, Werbung, Preis: Die große, gut gepflegte Sammlung von Exponaten bietet einen breiten Einblick in die Entwicklung der Instrumente der klinischen Untersuchung und noch spezifischer in die Entwicklung von kindergerechten, „kinderfreundlichen“ Instrumenten. Die Vorteile der Lage werden im selben Kapitel analysiert.

Empfohlen wird ein Werbefeldzug über die Web-Seiten des iSPZ, des Dr. von Haunerschen Kinderspitals und des Klinikums der Ludwig-Maximilians-Universität. Ferner können Plakate und Broschüren in den Kliniken der Innenstadt, im Zentrum für Unterricht und Studium sowie im Institut für Ethik, Geschichte und Theorie der Medizin demselben Zweck dienen. Geplant wird auch die Publikation eines Artikels im Klinikum-internen Journal.

Da die Ausstellung aus Ressourcen des Universitätsklinikums finanziert wird und die Ausstellung sich im Treppenhaus des iSPZ befindet, ist der Besuch gratis. Vorgeschlagen ist eine freiwillige Spende der Besucher sowie der Firmen – Produzenten der dargestellten Instrumente mit dem Zweck, ehrenamtliche Organisationen, wie zum Beispiel die „German doctors“, die „Ärzte ohne Grenzen“ oder die „Ärzte der Welt“ mit kinderfreundlichen Instrumenten auszurüsten.

12 Epilog

„The only equipment lacking in the modern hospital? Somebody to meet you at the entrance with a handshake!“

Martin H. Fischer (1879 – 1962)

Seit dem 20. Jahrhundert macht die Wissenschaft rasante und große Fortschritte. Was sich früher in einem Jahrzehnt vollzogen hat, vollzieht sich heutzutage im Jahresrhythmus. Die eindrucksvolle Entwicklung der modernen, in vielen Bereichen auch hochentwickelten technisierten Medizin ermöglicht aber nicht nur den schnelleren Umsatz von neuen medizinischen Konzepten, Strategien und Visionen, sondern führt auch zu der Zunahme der Komplexität vieler ärztlicher Handlungsabläufe. Jedoch spielt die klinische Untersuchung des Patienten, trotz aller technischer Methoden, eine sehr wichtige Rolle im ärztlichen Alltag und sie ist nicht zu ersetzen.

Das Vertrauen in die modernen Diagnostikverfahren sollte jedoch nicht zu einer nur oberflächlichen klinischen Untersuchung führen. Die Anamnese und die Technik körperlicher Untersuchung bleiben grundlegender Bestandteil der Interaktion von Arzt und Patient und aus diesem Grund sollte deren Kunst im ärztlichen Berufsleben ständig trainiert und gepflegt werden.

Der erste Kontakt von Arzt und Patient im Krankenhaus, der Klinik, der Praxis, aber auch bei Hausbesuchen besteht aus der Anamnese und der klinischen Untersuchung. Jede weitere Entscheidung wird nach der Auswertung dieser beiden Prozesse getroffen. Das Verständnis der Herkunft der Instrumente, die in der klinischen Untersuchung verwendet werden, stellt ein Schlüsselement für die Kenntnis über deren richtigen Durchführung dar.

Durch die Rezeption der Fortschritte bei der Schaffung eines solchen leistungsfähigen Werkzeuges wird deutlich gemacht, dass die Evolution der medizinischen Wissenschaft unvermeidlich mit der Entwicklung der klinischen Untersuchung korreliert.

Des Weiteren ergibt sich die Notwendigkeit der Anpassung des medizinischen Instrumentes auf das jeweilige Anwendungsgebiet - Neugeborenenstethoskop auf der Neonatologie, Stethoskop-Bruststück von 35 mm Durchmesser für Kinder im Grundschulalter, von 45 mm Durchmesser für Erwachsene usw. Jeder, der im medizinischen Bereich arbeitet, sollte mit der

Epilog

richtigen Ausrüstung ausgestattet sein, so dass als Resultat einer Untersuchung ein schnelles, effizientes und präzises Ergebnis steht. Die richtige und effektive körperliche Untersuchung ergibt nämlich nicht nur gute Voraussetzungen für die weitere Kommunikation zwischen Patient und Arzt, sondern erweist sich auch als richtungweisend für alle folgenden Entscheidungen, die wiederum ausschlaggebend für den Verlauf der Krankheit des Patienten bzw. für den weiteren Prozess seiner Genesung sind.

Es sollte bei der Ausbildung und Weiterbildung junger Ärzte und des medizinischen Fachpersonals darauf Wert gelegt werden, dass diese im Umgang mit den medizinischen Untersuchungsgeräten gründlich darin geschult werden, sich die richtigen Instrumente für den jeweils erforderlichen Einsatz auszuwählen.

Die am Anfang der Arzt-Patient-Beziehung stehende ordentlich durchgeführte klinische Untersuchung kann manche zeit- und kostenintensive Untersuchung, wie sie die modernen bildgebenden oder invasiven Verfahren bieten, unnötig machen oder den Entscheidungsprozess in die richtige Richtung lenken.

Um einige Beispiele willkürlich herauszugreifen:

Der fachmännische Einsatz des Stethoskops versetzt den Arzt in den meisten Fällen in die Lage, eine Pneumonie von einem Status asthmaticus zu unterscheiden und dementsprechend schnell zu reagieren. Ebenso kann er unter Zuhilfenahme eines Fingers das systolische und das diastolische Herzgeräusch untersuchen. Ferner wird der behandelnde Arzt ohne großen Aufwand eine zentrale von einer peripheren Lähmung des Nervensystems oder einen vestibulären Schwindel von einer Präsynkope bei Hypotonie auseinander halten können.

Mit anderen Worten: Eine kurze, relativ unkomplizierte Untersuchung spart Ressourcen und schont die Patienten.

Die Erforschung der Entwicklung der medizinischen Untersuchungsinstrumente wird verbunden mit der Darstellung der Ergebnisse in einer Ausstellung. Diese macht einen relevanten Teil der beschriebenen Objekte für alle Interessierten zugänglich und ist nicht nur für die Aufzeichnung der Historie dieser Instrumente und die Archivierung bestimmt, sondern soll auch dazu dienen, im Zeitalter der apparativen Medizin der klinischen Untersuchung eine Lanze zu brechen.

13 Literaturverzeichnis

Teil Instrumente

- [1] Interview und Daten von Herrn Nikolaus Fassbender jun.
- [2] Hrg. R. Kramme: Medizintechnik, Verfahren – Systeme – Informationsvorbereitung, 3. Auflage, Springer Medizinverlag, Heidelberg, 2007
- [3] J Seiderer, A Schlamp, F Christ: Anamnese und körperliche Untersuchung, 1. Auflage, Lehmanns Verlag, 2003
- [4] Fred Weinberg, MD, FRCPC: The History Of The Stethoscope, Canadian Family Physician VOL 39: October 1993
- [5] P J Bishop: Evolution Of The Stethoscope, Journal of the Royal Society of Medicine Volume 73 June 1980
- [6] C. Theodore Williams, M.V.O., M.A., M.D., F.R.C.P.: A Lecture on Laënnec and the Evolution of the Stethoscope, The British Medical Journal, July 6, 1907
- [7] Catherine Storey, OAM, MBBS, MSC, FRACP: The Evolution of the Reflex Hammer, World of Neurology, October 2011
- [8] F. Schiller: The Reflex Hammer: In Memoriam Robert Wartemberg (1887-1956), Medical History, Vol. 11, January 1967
- [9] Jeremy Roth: A Short History of Blood Pressure Measurement, Section of The History of Medicine, Volume 70, November 1977
- [10] Julius H. Comroe, Jr.: Retrospectroscope: Insights into Medical Discovery, California, Von Gehr Press, 1977
- [11] Dr. Rainer Köthe: Was Ist Was Band 28: Akustik, 2006, TESSLOFF Verlag, Nürnberg
- [12] Στέργιος Πέλλης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Φυσικής: Νόμος της Υδροστατικής, Υδροστατική Πίεση
- [13] Νικόλαος Αντωνίου, Παναγιώτης Δημητριάδης, Κωνσταντίνος Καμπούρης, Κωνσταντίνος Παπαμηγάλης, Λαμπρινή Παπασιμπα: Φυσική Β' Γυμνασίου, Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα
- [14] Laennec, R. T. H.: De l'Auscultation Médiate ou Traité du Diagnostic des Maladies des Poumons et du Coeur. Paris: Brosson & Chaudé, 1819
- [15] DVD ZellaMed, Instrumente fürs Leben, AVM Filmproduktion
- [16] Gerald Bertam Webb: René Théophile Hyacinthe Laennec: A Memoir, Volume 9, Issue 1 of Annals of medical history, Paul B. Hoeber, New York 1928
- [17] Wilhelm Heinrich Erb, Prof. Dr.: Ueber Sehnenreflexe bei Gesunden und Rückenmarkskranken, Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten, 1875, Volume 5, Issue 3, pp 792-802
- [18] Joseph Škoda: Abhandlung über Perkussion und Auskultation, Im Verlage bei Braumüller & Seidel, Wien, 1842
- [19] Pierre Adolphe Piorry: De la percussion médiate et des signes obtenus à l'aide de ce nouveau moyen d'exploration, dans les maladies des organes thoraciques et abdominaux, Chaudé, Paris 1828
- [20] Erich Ebstein: Der Perkussionshammer. Ein Beitrag zur Geschichte der mittelbaren Perkussion, Archiv für Geschichte der Medizin, Bd. 6, H. 4, pp. 245-269, November 1912
- [21] H. E. Hoff, P. Kellaway: The early history of the reflex, J Hist Med Allied Sci. 1952;7(3):211-49

Literaturverzeichnis

- [22] Edward George Tandy Liddell: The discovery of reflexes, Clarendon Press, Oxford, 1960
- [23] S. Tschirjew, Dr.: Ursprung und Bedeutung des Kniephänomens und verwandter Erscheinungen, Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten, 1878, Volume 8, Issue 3, pp 689-712
- [24] Robert Wartenberg: The examination of reflexes. Year Book Publishers, Chicago, 1945
- [25] Ekbert Hering, Rolf Martin, Martin Stohrer: Taschenbuch der Mathematik und Physik, Springer, 2009
- [26] H. Feldmann: History of the tuning fork. I: Invention of the tuning fork, its course in music and natural sciences. Pictures from the history of otorhinolaryngology, presented by instruments from the collection of the Ingolstadt German Medical History Museum, Laryngorhinootologie. 1997 Feb;76(2):116-22
- [27] Prof. H. E. Hering: Die Änderung der Herzschlagzahl durch Änderung des arteriellen Blutdruckes erfolgt auf reflektorischem Wege, Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere, 1924, Volume 206, Issue 1, pp 721-723
- [28] R. Hooke: An Account of an Experiment Made by Mr. Hook, of Preserving Animals Alive by Blowing through Their Lungs with Bellows, Phil. Trans. 1666-1667 2, doi: 10.1098/rstl.1666.0043, published 1 January 1666
- [29] Sir Thomas Lauder Brunton: Therapeutics of the circulation, Murray, 1915
- [30] Etienne-Jules Marey: La circulation du sang à l'état physiologique et dans les maladies, G. Masson, Paris, 1881
- [31] Christian von Deutser: Zur Geschichte der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde insbesondere in Würzburg, 1986
- [32] Holger Dietze, Antje Albaladejo Gomez: Ophthalmoskopie, DOZ-Verlag Optische Fachveröffentlichung GmbH, Heidelberg 2013
- [33] Th. Axenfeld, H. Pau: Lehrbuch und Atlas der Augenheilkunde, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1973
- [34] Hans-Georg Zimmer: Geometrische Optik, Springer London, Limited, Apr 18, 2012
- [35] Josef Reiner: Grundlagen der Ophthalmologischen Optik, Books on Demand GmbH, April 2002
- [36] K. E. Latimer: British Journal of Hospital Medicine 6, p. 37, 1971
- [37] P. B. Sheldon, J. Doe: Bulletin of the New York Academy of Medicine 11, p. 608, 1935
- [38] Ekbert Hering, Rolf Martin, Martin Stohrer: Physik für Ingenieure, Springer-Lehrbuch, 11. Auflage, 2012
- [39] G. E. Burget: Annals of Medical History 7, p. 109-116, 1925
- [40] S. Hales: Statical Essays: containing Haemostatics, Innys & Manby, London 1733
- [41] C. Singer, E. A. Underwood: A Short History of Medicine, 2nd edition, Clarendon Press, Oxford, 1962
- [42] Adolf Fick: Ueber die Messung des Blutquantums in den Herzventrikeln, XIV Sitzung am 9. July 1870
- [43] C. Bohr: Ueber die Lungenatmung, Skand Arch Physiology, p. 1113-1114, 1891
- [44] Hartmut Zabel: Kurzlehrbuch Physik, Thieme Verlag, 2010
- [45] Karl-Heinz Vosteen: Die Entwicklung der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde im 19. Jahrhundert, Zur Geschichte der Gesellschaft und Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, http://www.hno.org/info/geschichte_hno.html
- [46] James Henry Breasted: The Edwin Smith Surgical Papyrus: published in facsimile and hieroglyphic transliteration with translation and commentary in two volumes, University of Chicago Oriental Institute publications, v. 3-4. Chicagop, University of Chicago Press, 1991
- [47] Wolfgang Kosack: Der medizinische Papyrus Edwin Smith, The New York Academy of Medicine, Inv. 217 Neu in Hieroglyphen übertragen, übersetzt und bearbeitet, Berlin 2011, Verlag: Christoph Brunner, Basel 2012

Literaturverzeichnis

- [48] Dr. Fritz Burckhardt: Die Erfindung des Thermometers, Basel 1867, nach G. Schör
- [49] U.Koehler, V.Gross, C.Reincke, T.Penzel: Schalldiagnostische Verfahren - die Geschichte von Perkussion und Auskultation, PNEUMOLOGIE, Juli 2004, Jahrgang 58, Seiten 525-530
- [50] M. Donald Blaufox: An Illustrated History of the Evolution of the Stethoscope. Parthenon Publishing, 2001
- [51] David Littmann, M.D.: An Approach to the Ideal Stethoscope, The Journal of the American Medical Association, November 4, 1961, Vol 178, No. 5
- [52] Werner Bartens: Hörende Heilkunde. In: Süddeutsche Zeitung. 26. Januar 2014
- [53] University of Pennsylvania - Veterinary Medicine: Taenia multiceps Homepage
- [54] R C Bickerton, G S Barr: The origin of the tuning fork, Journal of the Royal Society of Medicine Volume 80 December 1987, pp. 771-773
- [55] A. Rydel, F. W. Seiffer: Untersuchungen über das Vibrationsgefühl oder die sog. „Knochensensibilität“ (Pallästhesie), Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten, 37 (1903), S. 487-536
- [56] C. Richard Keeler: The Ophthalmoscope in the Lifetime of Hermann von Helmholtz, JAMA Ophthalmology, February 2002, Vol 120
- [57] Hermann von Helmholtz: Beschreibung eines Augen-Spiegels, Berlin, Deutschland, A Förstner'sche Verlagsbuchhandlung, 1851
- [58] Armin Stock: Hermann von Helmholtz (1821-1894) - Ein Wegbereiter der Psychologie, Adolf-Würth-Zentrum für Geschichte der Psychologie, 20.12.2013
- [59] William Brown Doherty, M.D.: Dr. Charles H. May, New York
- [60] Prof. Dr. Hartmut Matthäus: Der Arzt in römischer Zeit. Literarische Nachrichten - archäologische Denkmäler, Schriften des Limesmuseums Aalen Nr. 39, 1988
- [61] Prof. Dr. Hartmut Matthäus: Der Arzt in römischer Zeit. Medizinische Instrumente und Arzneien, Schriften des Limesmuseums Aalen Nr. 43, 1989
- Teil Ausstellung – Referenzen
- [62] Bertron, Schwarz, Frey: Ausstellungen Entwerfen / Designing Exhibitions: Kompendium für Architekten, Gestalter und Museologen / Compendium for Architects, Designers and Museum Professionals, Birkhauser Basel, 2. Auflage, 2012
- [63] Barry Lord, Gail Dexter Lord: The Manual of Museum Exhibitions, Published November 15th 2001 by Altamira Press
- [64] Michael Belcher: Exhibitions in Museums (Leicester Museum Studies Series), Smithsonian Institution Press, Washington D.C., published July 17th 1993
- [65] Eilean Hooper-Grenhill: The Educational Role of the Museum: 2nd Edition, Routledge, published April 23rd 1999
- [66] George E. Hein: Learning in the Museum, published March 12th 1998 by Routledge
- [67] Morna Hinton: Professional Notes Labeling, Museum Management and Curatorship, Vol. 18, No. 3, 2001 Elsevier Science Ltd.
- [68] Neil Kotler and Philip Kotler: Can Museums be All Things to All People?: Missions, Goals, and Marketing's Role, Museum Management and Curatorship, Vol. 18, No. 3, 2001 Elsevier Science Ltd.
- [69] Patrick J. Boylan: Universities and Museums: Past, Present and Future, Museum Management and Curatorship, Vol. 18, No. 3, 2001 Elsevier Science Ltd.

14 Abbildungsverzeichnis

- [Abb. 1] KaWe VARIODUPLEX-Stethoskop nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 2] KaWe KINDERSTETHOSKOP nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 3] KaWe PLANET-Stethoskop nach Fassbender, Bildersammlung Nikolaus Fassbender jun. [1]
- [Abb. 4, 5] KaWe KINDERPLANET-Stethoskop nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 6, 7] KaWe KOMET-Stethoskop nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 8] KaWe ORBITchen-Stethoskop nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 9] KaWe ORBIT-Stethoskop nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 10] KaWe TRABANT-Stethoskop nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 11] KaWe MONOLIT-Stethoskop nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 12] KaWe TRISAT-Stethoskop nach Fassbender, Bildersammlung Nikolaus Fassbender jun. [1]
- [Abb. 13] NEUROFLEX-Hammer, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 14] DUPLOFLEX-Hammer, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 15] KaWe VARIOFLEX-Reflexhammer nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 16, 17] KaWe MINIFLEX-Reflexhammer nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 18] KaWe SATURN-Reflexhammer nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 19] KaWe ZENIT-Reflexhammer nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 20] KaWe KINDERHAMMER-Reflexhammer nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 21] KaWe KINDERSATURN-Reflexhammer nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 22] KaWe ZENITchen nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 23] KaWe METEOR-Reflexhammer nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 24] KaWe METEORIT nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 25] KaWe POLARIT-Reflexhammer nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 26] KaWe POLARITchen-Reflexhammer nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 27] KaWe SATURNRING nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 28] Stimmgabel nach J. Shore, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 29] NEUROPATHIT-Stimmgabelhammer, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 30] RADIUS nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 31] ZellaMed SENSORIT, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 32] Nystagmustrummel bei Heinen und BonnaMed, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 33, 34] Kleinkind- und Erwachsenenmanschette, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 35] KaWe & HEINE Kinderscope Otoskop nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 36] KaWe Stella Otoskop nach Fassbender, Bildersammlung Nikolaus Fassbender jun. [1]
- [Abb. 37] Loring Ophthalmoskop mit verschiedenen Lupen und Rekoss-Diskus, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 38] VARIOFIX nach Fassbender, Sammlung Prof. Florian Heinen
- [Abb. 39] VARIODUCT nach Fassbender, Sammlung Herr Dr. med. F. Heinen
- [Abb. 40] Handgezeichneter Grundriss des Treppenhauses des iSPZ München, Dipl.-Ing. Mary Xenaki
- [Abb. 41] Handgezeichnete dreidimensionale Darstellung der Ausstellung, Dipl.-Ing. Mary Xenaki

Abbildungsverzeichnis

[Abb. 42] Handgezeichnete dreidimensionale Darstellung der Ausstellung, Dipl.-Ing. Mary Xenaki

[Abb. 43] Handgezeichnete dreidimensionale Darstellung der Ausstellung, Dipl.-Ing. Mary Xenaki

[Abb. 44] Simulation Treppenhaus – Schaukasten iSPZ München, Adobe Photoshop, Dipl.-Ing. Mary Xenaki

[Abb. 45] Simulation Flur – Schaukasten iSPZ München, Adobe Photoshop, Dipl.-Ing. Mary Xenaki

[Abb. 46] Schnitt 1:100 Treppenhaus iSPZ München mit Schaukasten, AutoCAD, Dipl.-Ing. Mary Xenaki

[Abb. 47] Plan 1:100 Treppenhaus iSPZ München mit Schaukasten, AutoCAD, Dipl.-Ing. Mary Xenaki

15 Tabellenverzeichnis

[Tab. 1] Zusammenhang zwischen Gegenstandsweite g , Bildweite b und Brennweite f [34]

[Tab. 2] Flussdiagramm des Konzeptes der Ausstellung [60]

[Tab. 3] Grundlagenermittlung für die Ausstellung der klinischen Instrumente

[Tab. 4] Konservatorische Parameter, entnommen von Bertron, Schwarz, Frey: Ausstellungen Entwerfen / Designing Exhibitions: Kompendium für Architekten, Gestalter und Museologen / Compendium for Architects, Designers and Museum Professionals, Birkhauser Basel, 2. Auflage, 2012, modifiziert

16. Abkürzungsverzeichnis

A	Fläche
ASR	Achillessehnenreflex
b	Bildweite
BSR	Bizepssehnenreflex
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
Chr.	Christi
cm	Zentimeter
D	Brechkraft
Dpt	Dioptrien
EEG	Elektroenzephalogramm
EKG	Elektrokardiogramm
etc.	et cetera
f	Brennweite
F	Kraft, Brennpunkt
Fa.	Firma
g	Geschwindigkeit, Gegenstandsweite
ggf.	gegebenfalls
gr.	griechisch
h	Höhe, Tiefe
Hrg.	Herausgeber
Hz	Hertz
iSPZ	integriertes sozialpädiatrisches Zentrum
Jhd.	Jahrhundert
jun.	Junior
l	Länge
lat.	Latein
m	Meter, Masse
mm	Millimeter
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
N	Newton

Abkürzungsverzeichnis

p	Impuls, Druck
Pa	Pascal
PSR	Patellarsehnenreflex
PVC	Polyvinylchlorid
r	Radius
R	Strömungswiderstand
s	Sekunde
sen.	Senior
TSR	Trizepssehnenreflex
v	Geschwindigkeit
v. Chr.	Vor Christus
η	Viskosität
ρ	Dichte

17 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich an allen bedanken, die mich bei der Fertigstellung meiner Doktorarbeit unterstützt haben.

Ich danke Herrn Professor Dr. med. Florian Heinen für die Möglichkeit diese interessante Promotionsarbeit an seinem Institut durchführen zu dürfen.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Nikolaus Fassbender sowie Frau Dipl.-Ing. Mary Xenaki und Herrn Theofanis Karafotias, die mir während der gesamten Zeit meiner Doktorarbeit mit Rat und Tat zur Seite standen und mir durch zahlreiche Ratschläge und konstruktive Diskussionen eine große Hilfe waren.

Außerdem möchte ich mich meiner Familie und meinen Freunden, insbesondere Herrn Carl Neugebauer, für die fortwährende und tatkräftige Unterstützung während meines beruflichen Werdegangs sowie auch in den schwierigen Phasen der Doktorarbeit bedanken.

Eidesstattliche Versicherung

Mandilaras, Guido

Ich erkläre hiermit an Eides statt,
dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema

“Instrumente der klinischen Untersuchung – Der Weg zu kindergerechten Instrumenten”

Selbstständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form in einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

(Ort, Datum)

(Unterschrift)